RIVISTA MILITARE

TECHNE

Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica

FLAVIO RUSSO - FERRUCCIO RUSSO

Flavio Russo - Ferruccio Russo

TECHNE

Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica

- ETÀ CONTEMPORANEA -

Tomo III (1946-2016)

RIVISTA MILITARE

ROMA 2016

Questo volume è stato realizzato dalla Rivista Militare.
Ne sono Autori: per la parte relativa al testo ed alle ricerche storiche Flavio Russo; per la parte relativa al progetto grafico, alle ricostruzioni virtuali e all'apparato iconografico, in generale, Ferruccio Russo;
Le illustrazioni ed i disegni, quando non diversamente precisato nelle referenze iconografiche, sono degli Autori o della Rivista Militare.

Hanno collaborato:

Coordinamento editoriale:
Luigino Cerbo

Revisione testi:
Claudio Angelini, Annarita Laurenzi, Marcello Ciriminna

Progetto, elaborazione grafica ed impaginazione:
Ferruccio Russo

RIVISTA MILITARE

Direttore Responsabile:
Felice De Leo

© 2016
Proprietà letteraria artistica e scientifica riservata

Indice

Presentazione 3

Conclusioni degli Autori 5

Premessa: L'equilibrio del terrore 7

La sorte dei civili sconfitti 11
La più grave tragedia navale della Storia 18
L'anno zero di Berlino 22
Compromissione della scienza 28
Un tragico precedente: il napalm 34
La nuova pietra filosofale 40
Psicologia giapponese 41
Hiroshima, poche ore dopo l'esplosione atomica 46
Nagasaki, pochi giorni dopo l'esplosione 51
Le asimmetrie dei vincitori 56
I Rosinenbomber 57
Un'altra bomba 61
La corsa alla proliferazione atomica 66

Fisica nucleare 70

Militaria mirabilia: Un lampo di Sole: sterminio o salvezza dell'umanità 71
L'atomo pacifico 75
Propulsione nucleare 87
In cielo: il bombardiere nucleare 90
Sul mare: la portaerei 100
Il rompighiaccio 113
Sotto il mare: il sottomarino 115
I mercantili 121
NS Savannah 1959 122
NS Otto Hahn, Germania, 1964 125
NS Mutsu, Giappone, 1970-72 125
NS Sevmorput, URSS, 1982 126
In terra: l'automobile 128

Chimica organica 130

Militaria mirabilia: L'analgesico del reichsmarschall 131
L'eradicazione della malaria: il DDT 137
Paracadute e calze 149

Pneumatici di guerra 162
L'aranciata del III Reich 173

Elettronica solida 182

La seconda età della selce: l'elettronica allo stato solido 183
La rivoluzione informatica 191
Guerra fredda e computer: INTERNET 214
La costellazione dei navigatori 224

Allegati 231

Protocollo degli atti della Conferenza di Yalta 233
Protocollo degli atti della Conferenza di Potsdam 238

Indice degli autori 249

Presentazione

Cari Lettori,

questo volume della serie *Techne* completa una collana di straordinaria importanza, incentrata su un filone d'indagine – storico, tecnologico e culturale – che sicuramente non ha eguali nel mondo dell'editoria nazionale, civile e militare.

Un'opera che si è posta l'obiettivo ambizioso di affermare con forza la funzione trainante e anticipatrice svolta dal pensiero militare lungo il cammino della civiltà.

Scorrendo le pagine di questo tomo – come in tutti i precedenti – il lettore, infatti, avrà modo di comprendere che molte delle conquiste della scienza, oggi patrimonio dell'intera umanità, sono il frutto d'intense attività di studi e sperimentazioni condotti, in ogni epoca, per la realizzazione di materiali, mezzi, armamenti ed equipaggiamenti destinati agli ambiti militari.

Un testo che, per accuratezza di contenuti e rigore scientifico, costituisce uno strumento ideale per comprendere sia i processi dinamici che hanno cadenzato l'avanzare del progresso dei popoli sia i legami tra passato e presente nella continuità di una fedele cornice storico-culturale che – in questo lavoro – illustra le numerose scoperte e invenzioni d'interesse militare realizzate dal termine del Secondo Conflitto Mondiale ai giorni nostri.

All'interno del contesto storico, economico e sociale preso a riferimento ed esposto nei suoi contorni essenziali, si colloca così il ruolo centrale della ricerca a scopi militari che, nell'arco di tempo preso in esame, si propone, sia in Italia sia nel resto del mondo, come un eccezionale laboratorio per l'elaborazione di conoscenze scientifiche e tecnologiche, che trovarono applicazione e utilizzazione nei campi dell'ingegneria, dell'elettronica, della medicina, dell'avionica e in tanti altri settori della scienza moderna.

Nelle belle pagine di questo volume, sono esaminate, indagate e approfondite le più importanti innovazioni a scopo militare, ravvivate da un apparato iconografico che ne rafforza e ne rinnova lo spessore scientifico, evidenziando l'incidenza che esse hanno esercitato sui trasporti di massa, sulle elaborazioni elettroniche, sulla biochimica, sui vettori a propulsione nucleare e, soprattutto, sulle telecomunicazioni, superando le "Colonne d'Ercole" del sapere e infrangendo le barriere del tempo e dello spazio.

Tra tutte, vorrei ricordare due invenzioni che sono entrate nella quotidianità delle nostre esistenze: *Internet* – che rappresenta per antonomasia la moderna *agorà* delle relazioni umane delle generazioni del Terzo Millennio – e il sistema di posizionamento globale (GPS) che, grazie ai satelliti, permette di stabilire in tempo reale le coordinate geografiche di ogni punto della Terra.

Meraviglie della tecnologia che sottendono conoscenze e argomentazioni spesso ad alta valenza e contenuto tecnico, ma che gli autori – Flavio e Ferruccio Russo – con uno stile semplice e diretto hanno reso comprensibili e chiare anche a un lettore privo di particolari competenze scientifiche.

Per queste ragioni vorrei, ancora una volta, esprimere loro il vivo apprezzamento per averci accompagnato in un viaggio avvincente, affascinante e prodigo di nozioni di superiore interesse storico e culturale.

Storia e cultura che questa realizzazione editoriale della "Rivista Militare" – sono convinto – ha contribuito a divulgare in modo ampio e aggiornato, favorendo nei lettori la consapevolezza delle capacità in termini di ingegno, capitale umano, risorse tecnico-scientifiche che le Istituzioni del nostro Paese e, in particolare, l'Esercito hanno vantato e continuano a custodire.

Buona lettura.

IL CAPO DI STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
Generale di Corpo d'Armata Danilo ERRICO

Conclusioni degli Autori

Il lungo viaggio, i cui incerti passi presero l'avvio nel crepuscolo del IV millennio a.C., con questo ultimo tomo volge al termine. Siamo giunti, infatti, ai nostri giorni pieni di premesse e più ancora di promesse, spesso purtroppo disattese. Un mondo per tanti aspetti assurdo in cui la tecnologia più avanzata confligge con l'ignoranza più fanatica, la sfacciata ricchezza con l'immensa povertà, la ripugnante obesità con l'allucinante fame. Può considerarsi un punto di arrivo dell'evoluzione umana o, più ottimisticamente, una sua mera fase di crescita? Lo si vedrà nitidamente in un futuro prossimo, quando le più stridenti asimmetrie si saranno attenuate.

La conclusione che può trarsi dalla lettura dei vari volumi di questa ricerca non è quella semplicistica che i romani sintetizzavano nel celebre *ex malo bonum*, ovvero un'esposizione cronologia dei benefici apporti scaturiti dall'avvicendarsi delle guerre, ma il ruolo trainante che nel progresso tecnologico ha sostenuto la militarità. Da intendersi, quest'ultima, come insieme di discipline ordinate e coordinate e non certo come ottusa estrinsecazione della violenza organizzata: in pratica una sagace moderazione dell'aggressività umana, peraltro principale connotazione della specie.

Privo di zanne e di artigli per sfamarsi, debole di muscolatura e indifeso dal freddo, l'uomo riuscì a sopravvivere sfruttando al massimo quanto la natura spontaneamente gli offriva, cibo o pietre che fossero. Fu esito dell'intelligenza, o forse il contrario, ma la paura finì per trasformare quell'inerme animale nell'essere più feroce del pianeta, suggerendogli tattiche di caccia, armi, trappole e astuzie per procacciarsi il cibo e per aver ragione di fameliche belve. In breve per sopravvivere nelle più ostili circostanze, anche quando la minaccia proveniva dai suoi consimili. Nessuna meraviglia che proprio la speranza di sopravvivere, nella vita e più ancora dopo la morte, abbia imposto le massime costruzioni dell'antichità, fortificazioni e templi, vere architetture della paura, con il corollario delle relative conoscenze.

Le culture religiosa e militare che ne scaturirono, non furono prodotte perciò dalla guerra ma piuttosto dall'angosciante consapevolezza della propria caducità e dal pavido timore della propria vulnerabilità. Ne derivò un *pantheon* di credenze e un repertorio di tecnologie, le cui benefiche ricadute nelle coeve società ne attenuarono da un lato la crudeltà dei costumi, e ne alleviarono dall'altro la brutalità della fatica quotidiana. Col tempo, l'origine di gran parte di quelle innovazioni tecnologiche svanì, amnesia che perdura tutt'oggi: difficile credere, ad esempio, che il cannone sia alle spalle del pacifico motore dell'autovettura su cui viaggiamo, o che la centralina automatica di tiro contraereo lo sia del versatile personal computer sulla nostra scrivania!

Il secolo scorso con le sue immense atrocità belliche e la successiva frammentazione del pianeta in due blocchi contrapposti, esasperò il confronto tecnologico in ambito militare. Le cooptazioni di cui si appropriò il mondo civile furono per conseguenza talmente vaste da non trovare analogie nel corso della Storia. Scoperte e invenzioni, ascrivibili alla ricerca militare, direttamente o indirettamente, attinsero perciò il loro apice proprio nei nostri giorni, con una tale pervasività da rendere impossibile anche il semplice elencarle. Il taglio di quest'ultimo tomo, perciò, si limita a fornire un breve profilo delle più emblematiche fra loro, scelte quali mere rappresentanti degli specifici ambiti.

Compaiono così nell'ultimo scorcio del secolo scorso i vettori ad alta velocità e vasta autonomia che abbattono le distanze, principale barriera agli spostamenti umani; le telecomunicazioni capillari che avvolgono il pianeta in una invisibile ragnatela, tanto capillare da fornire a ogni suo abitante un recapito vocale, grazie alla telefonia cellulare; il calcolo elettronico che consente la creazione di un'altra rete planetaria, in grado di divulgare in tempo reale ogni informazione, invenzione per molti studiosi seconda solo alla scrittura; una nutrita costellazione di satelliti che garantisce un sistema di orientamento globale, permettendo di conoscere le proprie coordinate geografiche in ogni istante e luogo, decretando così l'oblio per bussole e sestanti dopo secoli di utilizzo; un discusso composto chimico, il DDT, che tuttavia estirpa finalmente il flagello della malaria, imperversante anche su buona parte del territorio nazionale; ed assurgono a nuovo flagello, per restare alla chimica, gli stupefacenti sintetici inventati come antidolorifici.

Paradossalmente, il montante inquinamento e il crescente bisogno di energia fanno intravedere l'estrema speranza di sopravvivenza della specie umana, e forse della vita sul pianeta, nella fusione nucleare criterio informatore dell'arma più potente finora inventata e costruita a similitudine del Sole.

Premessa - *L'equilibrio del terrore*

L'esaurirsi di una violenta tempesta non restituisce istantaneamente l'ambiente alla sua solare normalità: uno strascico di condizioni perturbate si protrae per qualche tempo, lasciandosi alle spalle vasti allagamenti, alberi sradicati e case scoperchiate. Condizioni tutte che potrebbero definirsi residuali, l'ultima delle quali è la comparsa dell'arcobaleno, che annuncia l'imminente placarsi della furia degli elementi. Anche la terribile tempesta della guerra imperversata sull'intero pianeta per oltre cinque anni non si risolse subito dopo la dichiarazione della sua conclusione militare con il ristabilimento delle condizioni antecedenti al suo esplodere, sia sociali che economiche e politiche. Le conseguenze sempre dolorose e ancora devastanti si abbatterono per lo più dove i combattimenti si erano condotti con maggiore accanimento e spietatezza, coinvolgendo perciò in quella sorta di resa dei conti soprattutto le popolazioni civili, vero ostaggio di entrambi i contendenti per un verso o per l'altro. L'arcobaleno, perciò, quando comparve non ebbe i suoi peculiari colori, ma soltanto uno, azzurrino, persino più luminoso del sole: durò una frazione di secondo e annunciò oltre alla fine di due disgraziate città anche quella delle ostilità e l'avvento di un nuovo ordine mondiale, dominato da quel momento in poi da una diabolica presenza refrattaria a essere imbrigliata e di cui sarà necessario da allora tenere sempre debito conto.

Per comprendere lo scenario bellico dal quale scaturì la guerra fredda, l'ultima del "secolo breve", e le sue successive fasi di acuta diffidenza fra le due superpotenze col codazzo dei rispettivi satelliti, è necessario ricostruire il contesto umano che precedette immediatamente e che seguì i primi anni della conclusione degli scontri con la resa della Germania e del Giappone. Proprio nell'Europa centrale, più ancora che nel Pacifico, si trovarono contrapposte, dopo una breve parentesi di fraternizzazione dei rispettivi soldati, due ideologie antitetiche ed inconciliabili, istigando gli odi e le vendette a lungo covate nel passato, si manifestarono in tutta la loro virulenza. J.F.C. Fuller, tra i più attenti polemologhi dell'ultimo conflitto, scriveva tra il 1954 ed il '56 che: "i frutti della battaglia di Normandia furono come le mele di Sodoma, che si trasformarono in cenere appena colte. Hitler e le sue legioni erano stati annientati ed al loro posto si erano insediati Stalin e le sue orde asiatiche. Poiché «la vittoria, la vittoria ad ogni costo» era stata lo scopo principale degli Alleati e poiché a causa delle loro insistenze sul fatto che «dovevano essere la sconfitta, la rovina ed il massacro di Hitler, escludendo ogni altro proposito, lealtà, o scopo il loro obiettivo primario», Stalin…era riuscito a imporre il suo credo messianico… [su] tutte le capitali dell'Europa orientale. La frontiera della Russia era stata spostata dalle paludi del Pripet alla Turingia, a 750 miglia di distanza e, come ai tempi di Carlo Magno, gli slavi erano sull'Elba. Un migliaio di anni di Storia erano stati cancellati… [da] una inetta strategia e da una politica di pura distruzione."[1] Pertanto a suo parere oggi sventolano due bandiere: "a Stelle e Strisce per fronteggiare Falce e Martello. La domanda per eccellenza posta dalla seconda guerra mondiale è: quale sarà ammainata? Il futuro ci riserverà una 'Pax Americana' o una 'Pax Tartarica'? Noi ci permettiamo di azzardare una previsione: la risposta non sarà data dalla potenza militare della Russia o dell'America, ma dai contrastanti sistemi politici, sociali, economici e culturali."[2] Almeno su quest'ultima previsione gli eventi gli hanno dato ragione!

Da quel coacervo di violenza, come implicitamente sembrava suggerire Fuller, non poteva che scatu-

1 La citazione è tratta da J.F.C. FULLER, *Le battaglie decisive del mondo occidentale*, trad. R. Noviello per Stato Maggiore dell'Esercito, Ufficio Storico, Roma 1988, vol. III, p. 569-7.

2 Conclusione di J.F.C. FULLER, *Le battaglie…*, cit. p. 616.

Nella pagina a fianco: *maggio 1945, le truppe americane e sovietiche intonano una canzone popolare su un carro armato russo nei pressi di Griebo, in Germania.*

Dresda dopo il pesantissimo bombardamento avvenuto la notte tra il 13 e il 14 febbraio del 1945.

rire altra violenza la quale, tuttavia, non si manifestò nella maniera più prevedibile e scontata, ovvero con l'innesco di altri scontri e sanguinari combattimenti, ma in maniera di gran lunga più sottile anche se non per questo meno violenta. Il benessere raggiunto nel corso degli anni '50 dalla popolazione tedesca, come pure da quelle dei suoi ex alleati italiani e giapponesi, e la ricostruzione veloce e stupefacente delle rispettive città, quasi interamente distrutte dalla guerra, colpì la società sovietica, angustiata dalla miseria e da perenni sacrifici in funzione di un incessante riarmo, ostentando i vantaggi di un diverso sistema politico e innescando una dissidenza repressa di volta in volta sempre nel sangue. Tanto più che nonostante il loro grande sviluppo nei Paesi liberi non si era affatto conclusa la corsa agli armamenti, sempre più distruttivi e totalizzanti ma non a scapito delle conquiste consumistiche tangibile indicatore del miglior tenore di vita nelle democrazie rispetto ai duri regimi totalitari in genere e comunisti in particolare. Volendo meglio approfondire quella divergenza va ancora ricordata la crisi agricola che afflisse l'URSS nel secondo dopoguerra quando: "il raccolto del 1945 era stato mediocre; quello del 1946 era stato ridotto da una siccità catastrofica… [per cui] gran parte dell'Unione Sovietica deve aver sofferto un'autentica carestia… Se si confronta la produzione dell'URSS, nel 1945, con quella degli Stati Uniti nello stesso anno e con quella della Germania nel 1944, i dati fondamentali sono i seguenti: l'URSS produceva ca. 9 milioni di tonnellate di ghisa, gli Stati Uniti ca. 50 milioni e la Germania ca. 17. Per quanto riguarda l'acciaio, l'URSS produceva ca. 12 milioni di tonnellate, gli Stati uniti ca. 72, la Germania ca. 19. Per quanto riguarda il carbone, l'URSS produceva 148 milioni di tonnellate, gli Stati Uniti ca. 571 milioni, la Germania ca. 153. Per quanto riguarda l'elettricità, l'URSS produceva ca. 45 miliardi di Kwh, gli Stati Uniti ca. 271 miliardi, la Germania ca. 74."[3]

3 Da AA.VV, *La ricostruzione in Unione Sovietica*, in *La Storia*, *Dalla guerra fredda alla dissoluzione dell'URSS,* vol. 14°, Verona 2007, p.p. 91-21.

Berlino, maggio 1945. In primo piano la Porta di Brandeburgo e l’Alexanderplatz dove è possibile scorgere un ritratto di Stalin.

Per molti aspetti una così stridente divaricazione potrebbe paragonarsi ad una variante del supplizio di Tantalo, costretto a guardare, torturato dalla fame, lauti banchetti ai quali però non gli era consentito accedere! In pratica la questione: ”della posta in gioco era condizionata dal modo di essere reale delle due potenze. L’incertezza, l’insicurezza, o il dottrinarismo e la sicumera ideologica dell’una davano l’idea di un gigante fragile e aggressivo, che cercava un suo spazio e un suo ruolo. La ricchezza, la potenza economica, la forza commerciale, la realtà dell’effettiva presenza in tutti e cinque i continenti, la realtà di un controllo globale da parte dell’altra, davano l’idea di una forza immensa, riluttante ad accettare le conseguenze e gli oneri della propria potenza senza rotture rispetto all’idea di un passato isolamento felice. La differenza faceva sì che gli uni scorgessero dell’altro un solo aspetto: i Sovietici il volto aggressivo del capitalismo; gli Americani, il volto aggressivo del comunismo. Dovendo insieme elaborare le nuove regole del sistema bipolare, le due superpotenze lo facevano in un clima di conflitto, cioè di guerra fredda.”[4]

La diffusione delle notizie, vanamente censurate e più ancora delle prime immagini che la nascente televisione notificava in tutto il mondo, accentuò a dismisura quella diffusa inadeguatezza che le larvate imitazioni degli standard occidentali, a cominciare dalle automobili, lungi dal placare acutizzavano ulteriormente. L’obiettivo storico del comunismo, la sua affermazione planetaria che aveva giustificato gli immensi sacrifici e alimentato le grandi speranze, era ormai soltanto un vago ricordo privo di qualsiasi attrattiva. Nel frattempo tra i fondamentali compiti che gli Stati Uniti, più delle altre potenze vincitrici, si videro costretti ad affrontare fu quello di avviare un processo produttivo nei Paesi sconfitti, a partire innanzitutto dalla Germania. Era infatti evidente sin dalla fine del 46’ che: “se entro pochi mesi il processo produttivo dell’Europa occidentale non fosse stato messo in grado di autoalimentarsi, l’Europa stessa sarebbe diventata una passività per gli Stati

4 Da AA.VV., *La Storia…*, cit., p. 125.

La macerie del Reichstag e dei quartieri centrali di Berlino nel maggio del 1945.

Uniti, anziché un solido partner, in un solido sistema di interscambio. L'interesse dell'intervento era dunque politico ed economico. In entrambi i casi, funzionale alle esigenze americane e alle esigenze di quella parte dell'Europa che intendeva restare legata all'economia di mercato, rifiutando la statalizzazione più o meno strisciante e rifiutando la creazione di un rapporto meramente assistenziale, cioè economicamente perdente… Il passo di gran lunga più importante in questa direzione fu la proclamazione del 'piano Marshall' (5 giugno 1947) seguita dalle conferenze di Parigi, per la strumentazione degli aiuti americani, e dalla creazione dell'*European Recovery Program* (ERP) la legislazione destinata ad aprire la via verso la somministrazione pratica e la gestione materiale degli aiuti…"[5]

5 Da AA.VV., *La Storia…*, cit., p. 143.

La sorte dei civili sconfitti

La conclusione della guerra lasciò quasi tutte le nazioni europee in condizioni critiche, con vaste distruzioni materiali e ancora peggiori disastri economici. Ovviamente quella più disfatta era la Germania: "nel 1945 giunta veramente al suo «anno zero»; la produzione agricola era crollata, quella industriale ridotta a un quarto nei confronti del 1936, il 15% degli alloggi era completamente distrutto, il 25% gravemente danneggiato… cifre che testimoniavano gravissime devastazioni materiali, alle quali si aggiungevano il mercato nero (i prezzi erano moltiplicati per 20, poi per 50) condizioni alimentari ai limiti della sopravvivenza, lo spettro di riparazioni di guerra ingentissime, la rottura dell'integrità territoriale."[6] E nella Germania la guerra voluta dal nazismo si concluse con la resa della sua capitale, Berlino, ormai ridotta a uno sterminato campo di macerie, scenario prescelto dal suo fanatico fautore per chiudere, e non poteva essere altrimenti per l'enormità dei crimini perpetrati, violentemente la sua esistenza. L'agonia vissuta dalla metropoli e dai suoi abitanti in quegli ultimi terribili giorni, e più ancora nei mesi successivi, attinse vertici difficilmente immaginabili, durante i quali anche il mero sopravvivere tra stenti, umiliazioni e vessazioni di ogni tipo costituiva una disperata riaffermazione dell'istinto di conservazione.

Prima che le armi tacessero definitivamente, dal 25 aprile furiosi scontri si erano succeduti quartiere per quartiere e poi ancora casa per casa, in una disperata quanto ottusa resistenza terminale. Hitler il 30 aprile si suicidò insieme alla moglie sposata

6 Da AA.VV., *La Storia…*, cit., p. 52.

Sopra: *l'incontro tra le truppe statunitensi e quelle sovietiche lungo l'Elba.*
A fianco: *ritratto di Karl Dönitz.*
Nella pagina a fianco: *la bandiera rossa sventola sul Reichstag.*

appena il giorno prima, epilogo seguito da quello dei suoi più stretti collaboratori. Il tentativo di fermare l'avanza sovietica, o più verosimilmente di ritardarla per consentire ai tanti profughi e reparti ancora in armi di raggiungere il fronte tenuto dagli alleati per tentare di avviare con gli stessi una qualche pace separata, o nel peggiore dei casi di consegnarvisi, fallì miseramente. In quello stesso 25 aprile le unità sovietiche si congiunsero con quelle statunitensi sull'Elba, isolando di fatto la città. Vani tutti i tentativi di sfondare quell'anello di ferro e fuoco con le raccogliticce e scarsamente armate truppe residue: il 2 maggio successivo la guarnigione della 'fortezza' Berlino capitolava senza condizioni anticipando la resa generale che il grande ammiraglio Karl Donitz, designato da Hitler per suo successore, cercava affannosamente di rinviare di qualche giorno. A spingerlo non erano delle ormai assurde speranze

dai soldati sovietici sui civili inermi, sorpresi dalla loro avanzata nei villaggi e nelle città. Notizie, purtroppo, nella maggioranza dei casi non prive di fondamento. Per tutti fu allora ben chiaro che non si sarebbero dovuti aspettare dai vincitori alcuna pietà, tanto più che le truppe del Reich alcuni anni prima non ne avevano dimostrata affatto nei confronti delle popolazioni sovietiche, incubo che portò rapidamente alla fuga in massa, seguita poi dall'evacuazione sistematica di milioni di profughi. Allucinanti le condizioni in cui si svolse quel miserabile esodo verso ovest, i cui prodromi si manifestarono già sul finire del 1944 e nei primi mesi del '45. Immense le difficoltà che i fuggiaschi dovettero superare vuoi per le temperature particolarmente rigide, spesso intorno ai -20°, vuoi per gli attacchi dell'aviazione sovietica che mitragliava senza distinzione, vuoi infine per la stessa Armata Rossa sempre più vicina.

Sopra e nella pagina a fianco: *alcune immagini del disperato esodo dei profughi tedeschi verso ovest.*

di controffensive militari, ma finalità esclusivamente umanitarie, ovvero permettere, per quanto ancora nelle sue facoltà, l'evacuazione dei civili dai territori minacciati dall'avanzata dell'Armata Rossa. Il 7 maggio, però, fu costretto a firmare la resa, prima al quartier generale di Eisenhower a Reims e poi, l'8 seguente, nel sobborgo berlinese di Karlshorst alla presenza dei rappresentanti delle forze armate sovietiche, facenti capo al maresciallo Zukov. I combattimenti rapidamente si spensero su tutti i fronti, tramandando per la sola conquista di Berlino un terribile bilancio: secondo attuali stime attendibili i sovietici vi persero 80.000 uomini mentre i tedeschi 150.000 – e sono i dati più contenuti – per un totale di 230.000 morti in appena una settimana, dal 16 aprile al 2 maggio!

Il tragico ambito storico degli ultimi mesi antecedenti e dei primi mesi successivi alla resa, furono per la popolazione civile i più atroci della sua storia, perché col diffondersi della certezza della sconfitta ormai prossima si erano diffuse pure le terrificanti notizie di stragi ed eccidi indiscriminati perpetrati

Ritrovandosi ancora tutti gli uomini al fronte la grande maggioranza dei profughi era costituita da donne, bambini e anziani, quest'ultimi troppo vecchi per essere arruolati pure nelle formazioni miliziane dei *Volkssturm*. Nessun ordine e nessuna indicazione guidava l'interminabile fiumana, che in base alle ultime disposizioni militari avrebbe dovuto essere soccorsa nei limiti del possibile dall'esercito e dalla marina, ma solo a condizione di non intralciare le operazioni in corso. E dal momento che le strade più agevoli erano sistematicamente riservate ai convogli della *Wehrmacht* per i civili fu giocoforza spostarsi attraverso i campi coperti di neve e ghiaccio che costeggiavano le strade, finendo anche così per soffocare le strutture ancora operative dell'esercito, dagli ospedali campali ai centri di vettovagliamento.

La fase prodromica della: " fuga iniziò nell'estate del 1944, sotto la spinta delle armate di Stalin che

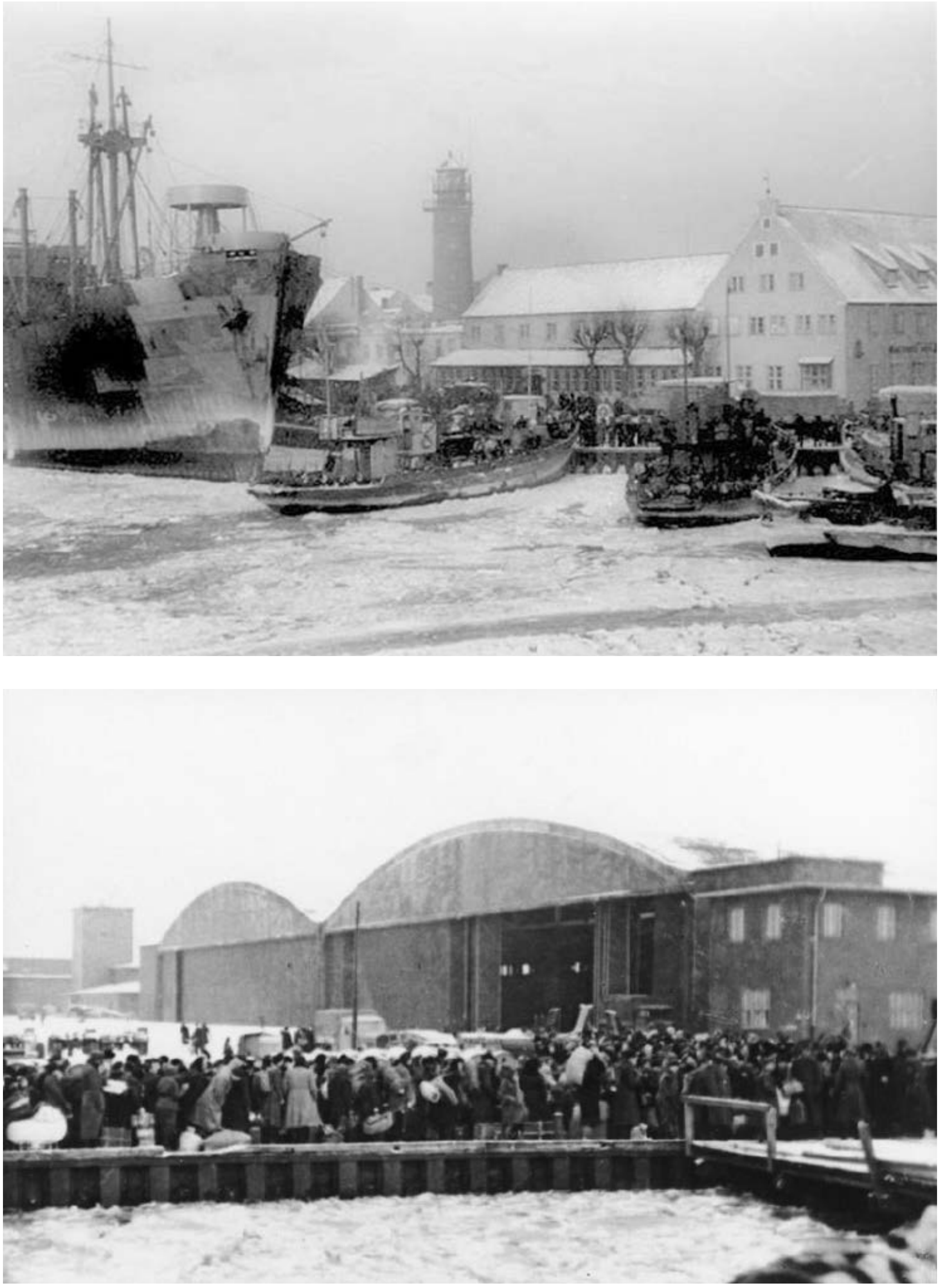
Due membri del Volkssturm si arrendono alle truppe inglesi presso Bocholt, il 28 Marzo 1945.

di diversi flussi di profughi, la scelta di percorrere arterie stradali individuate dai russi come direttrici per l'avanzata. Alla fine del mese di gennaio 1945 nei pressi di Elbing e ai confini tra Prussia occidentale e Pomerania, nel distretto di Kolmar, si formarono enormi ingorghi di carovane di profughi – talvolta misuravano anche 16-20 chilometri di lunghezza – che furono investiti e scompaginati dai carri armati sovietici; analoghe situazioni si verificarono nel Wartheland, sulla riva orientale dell'Oder e in Slesia. Nei porti sul Baltico, da quali i profughi cercavano disperatamente di fuggire via mare, o nella gigantesca sacca presso Heiligenbeil (Prussia Orientale), dove circa 800 mila civili tedeschi erano rimasti accerchiati, uomini, donne e bambini furono più volte oggetto dei raid aerei sovietici, degli attacchi dei carri armati e delle artiglierie russe.

I profughi, pur essendo non combattenti, diventarono quindi bersagli in movimento sui quali si abbatté la violenza sovietica; il 18 gennaio 1945, ad esempio, una colonna di tedeschi – circa 800 tra donne e bambini – fu completamente annientata nei pressi dell'abitato di Rosenholz in Prussia orientale. Nel distretto di Waldrode (Prussia orientale), tra il 18 ed il 22 gennaio 1945 si registrarono non meno di 14 attacchi contro convogli di profughi che, stando alle fonti militari tedesche, determinarono la morte di circa 8.000 civili, di cui 4.500 tra donne e bambini. A Welun, in Slesia, il 15 febbraio 1945 numerose carovane furono attaccate, cosparse di benzina ed incendiate insieme alle persone; ai lati della colonna giacevano i cadaveri "di molte donne tedesche, uomini e bambini, in parte con gole tagliate, lingue mozzate e ventri squarciati". Altrove i profughi furono travolti e schiacciati dai carri armati russi, fatti oggetto dei tiri dei cecchini, utilizzati come "scudi umani" per penetrare nei villaggi oppure, come avvenne a Krotoschin (Wartheland), completamente "spogliati e mandati avanti nudi" – una sorta di condanna a morte per assideramento…

giungevano nei Paesi baltici e nella penisola balcanica, costringendo alla fuga le enclave tedesche (*Volksdeutsche*, lettoni, lituani, polacchi ecc.) poste al di fuori dei confini del territorio del Reich; l'apice di questo movimento fu raggiunto con la fuga e l'evacuazione nell'ottobre-novembre 1944 della popolazione tedesca del Reich (*Reichsdeutsche*) dei distretti più ad est della Prussia orientale (Gumbinnen, Angerapp), temporaneamente occupati dalle truppe russe. La seconda fase – di dimensioni ancora più rilevanti – fu determinata invece dall'offensiva sovietica "Vistola-Oder" scattata il 12 gennaio 1945 e si protrasse, via terra e via mare, sino al maggio 1945. Ė in questo periodo che l'esodo assunse un ritmo sempre più accelerato e caotico: sotto l'urto dell'armata sovietica, una fiumana di circa 2 milioni di persone cominciò a riversarsi tumultuosamente verso ovest, frammischiandosi all'esercito, congestionando strade e linee ferroviarie e rendendo difficili le stesse operazioni di evacuazione; come ricordano i profughi e le autorità militari che tentarono di gestire la fuga, si trattò di una vera e propria "catastrofe"…

Le testimonianze dei profughi e i documenti del controspionaggio della Wehrmacht offrono un'ampia casistica della violenza che si abbatté sulle colonne dei profughi in fuga; il contatto violento tra truppe sovietiche e civili in fuga fu favorito da molteplici fattori: il ritardo degli ordini di evacuazione, le avversità atmosferiche, la mancanza di mezzi di trasporto, la congestione delle strade, la distruzione di ponti sui principali corsi d'acqua, il sovrapporsi



L’esodo dei profughi tedeschi al porto di Pillau.

La violenza poi non si esauriva con la “semplice” profanazione dei corpi. In taluni casi gli abusi si concludevano con lo strangolamento o l’uccisione della vittima, seguito da orribili mutilazioni e dal divieto di sepoltura dei cadaveri. Non si trattava di atti fini a sé stessi: le profughe uccise con le gonne sollevate, l’esposizione dei genitali insanguinati, dei seni recisi o dei ventri squarciati rappresentavano una sorta di scherno, di monito per i tedeschi; esprimevano la volontà di terrorizzare il “nemico” e l’intera popolazione femminile, ma anche il tentativo da parte dei soldati sovietici di esternare e affermare in forma “fisica” il proprio potere sulla nazione sconfitta, rimarcando in questo modo il controllo totale del territorio. In altri casi, invece, allo stupro seguiva una diversa forma di tortura, di natura psicologica, giacché i soldati rimanevano sordi alle suppliche delle vittime che chiedevano loro di porre fine alle proprie sofferenze; quasi a voler amplificare e nel contempo rendere permanenti le ferite fisiche e psicologiche delle violenze perpetrate.”[7]

Per avere un’idea di quel terribile esodo e dei suoi enormi costi umani basti pensare che nella sola Prussia orientale si stimano in almeno 300.000 i tedeschi morti nella fuga, proprio per le inumane condizioni in cui avvenne. Nonostante ciò altri 650.000 riuscirono a raggiungere il porto di Pillau infrangendo da lì via mare l’assedio sovietico. Altri 700.000, sempre a costo di micidiali marce forzate pervennero in Pomerania, attraversando in gran numero la foce ghiacciata della Vistola. Con involontario atroce sarcasmo: ”pochi mesi dopo gli eventi sopra descritti, nel luglio del 1945 alla Conferenza di Potsdam veniva formalizzata l’espulsione delle popolazioni di etnia tedesca dai Sudeti e dalle province tedesche a est della linea Oder-Neisse. L’articolo XIII dell’accordo di Potsdam, intitolato ‘trasferimento regolato delle

7 La citazione è tratta da M. ERMACORA, S. TIEPOLATO, *In fuga dalla violenza. Gli stupri sovietici contro le profughe tedesche 1944-45*, pubblicazione online, pp. 3-7.

popolazioni tedesche', recitava: '*I tre governi alleati, avendo preso in considerazione la questione in tutti i suoi aspetti, riconoscono che il trasferimento in Germania delle popolazioni tedesche ed elementi appartenenti ad esse ancora stanziati in Polonia, Cecoslovacchia e Ungheria dovrà essere effettuato. Essi* [i governi alleati] *concordano che qualsiasi trasferimento debba essere effettuato in modo umano e regolato*'."[8]

Un'indiscutibile conoscenza di quella atrocità da un certo momento in poi fu nota pure agli alleati, tant'è che W. Churchill, scriveva al riguardo in una sua relazione in data 4 maggio 1945: "*Temo che siano accadute cose terribili durante l'avanzata russa attraverso la Germania fino all'Elba…*"[9] E quando l'avanzata sovietica bloccò anche gli ultimi itinerari terrestri di fuga, per la fiumana di disperati non restò altra scelta che riversarsi verso le città portuali ancora libere, cercando febbrilmente di imbarcarsi su un qualsiasi natante che potesse portarli verso occidente, trasferimento riguardato ormai come estrema ed unica salvezza.

La più grave tragedia navale della Storia

Di fronte alla terribile gravità della situazione e all'ecatombe di tanti connazionali, anche i comandi militari più fanatici non posterano astenersi dal prendere qualche provvedimento in loro favore. Essendo ormai i profughi stretti sui porti, furono soprattutto gli uomini e le unità della *Kriegsmarine* a prodigarsi per salvarne il maggior numero, trasferendoli su qualsiasi imbarcazione verso ovest. Le navi vennero perciò adibite a quella sorta di Dunkerque del Baltico, dove però a fuggire non erano soltanto dei soldati ma per lo più dei civili terrorizzati e martorizzati dai continui attacchi, la cui entità complessiva fu quasi il triplo. Oltre alle navi da guerra di cui ancora disponeva la Germania, molti battelli civili di qualsiasi tipologia furono requisiti e caricati fino all'inverosimile di profughi. Operazione, ribattezzata in codice *Hannibal*, che fu voluta e diretta dal grande ammiraglio Karl Dönitz grazie alla quale tra il 21 gennaio e l'8 maggio poterono essere tratti in salvo in Occidente 900.000 civili e 350.000 soldati feriti, facendoli sbarcare a Kiel, ad Amburgo, Brema, e persino in Danimarca, che ne ricevette altri ancora anche dopo la conclusione delle ostilità, internandoli in appositi campi allestiti per le circostanze.

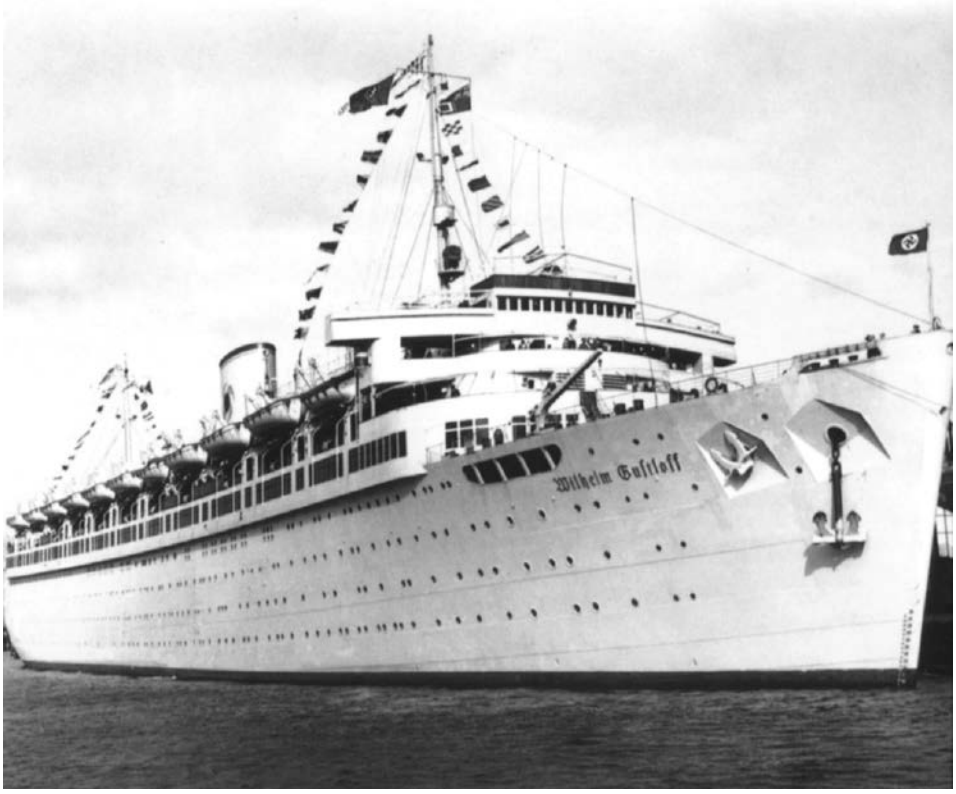
La stragrande maggioranza dei profughi proveniva sempre dalla Prussia orientale e dalla Curlandia ai quali non restava più alcuna speranza oltre alle navi. Il comando esecutivo dell'operazione fu affidato a due ammiragli che riuscirono a racimolare per l'operazione circa 1080 navi, tra le quali anche le corazzate tascabili e gli incrociatori, che nel corso della missione non mancarono di battere con le loro possenti artiglierie la costa dando così man forte alle unità dell'esercito prossime al collasso. A fornire un minimo di protezione a quel gregge d'imbarcazioni, per lo più disarmate, provvidero piccoli dragamine dopo aver bonificato preventivamente le rotte di fuga, eliminandovi le tante mine sganciatevi dagli aerei britannici, alcuni dei quali furono pure abbattuti dalla contraerea di bordo di qualche unità militare. Per un'inaspettata fortuna la flotta sovietica, che pure era agli ormeggi non lontano, non intervenne in alcun modo consentendo lo svolgimento dell'intera vicenda con solo relativamente poche perdite, comunque terribili, che dimostrarono se non altro quanto atroce avrebbe potuto esserne il bilancio senza quella inattesa stasi.[10]

Fu proprio in quell'allucinate contesto che si compirono alcune tragedie marittime di particolare gra-

8 La citazione è tratta da M. SIDDI, *Fuga dall'est delle popolazioni tedesche al termine del II conflitto mondiale*, in *In Storia*, n° 23, novembre 2009, pubblicazione online.
9 Da W. CHURCHILL, *La seconda guerra mondiale. Trionfo e tragedia*, Verona, 1963, vol. VI, p. 585.

10 In merito cfr. K. DÖNITZ, *Memoirs, Ten Years and Twenty Days*, NY, 1997.

In questa e nella pagina a fianco: *alcune immagini dell'operazione Hannibal.*



Sopra e nella pagina a fianco: *il transatlantico Wilhelm Gustloff e la ricostruzione dell'attacco operato dal sommergibile sovietico S-13.*

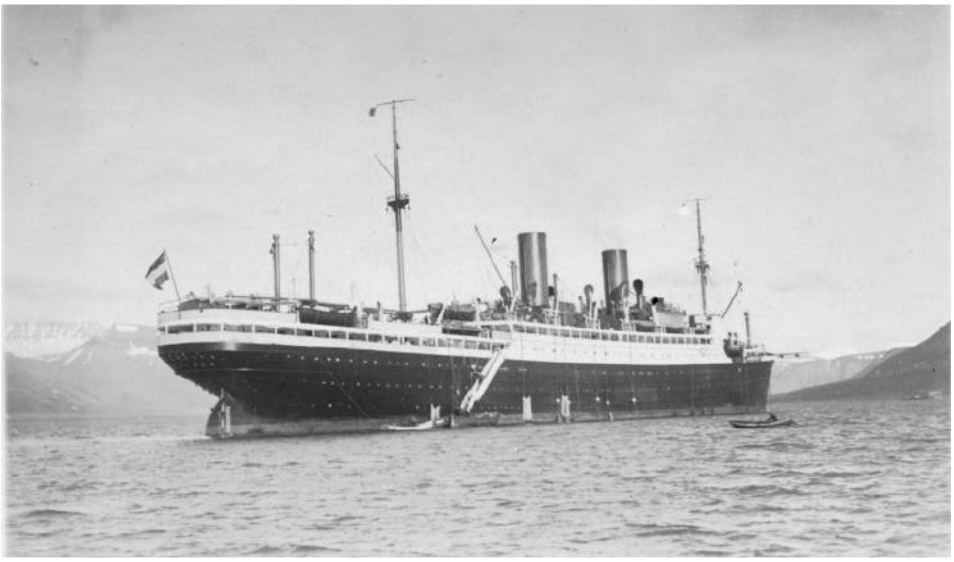
Il 30 gennaio del 1945 mentre la temperatura esterna era di -10° ed imperversava un forte vento misto a neve, intorno a mezzogiorno la nave lasciò il porto di Gdynia e le sue difese, affrontando il mare aperto del Baltico sul quale galleggiavano molti blocchi di ghiaccio e dove, in caso di naufragio, la sopravvivenza non sarebbe andata oltre i 3-4 minuti. Nessuna scorta e nessuna precauzione contro i sommergibili, temerarietà dettata senza dubbio dalla disperazione del momento: a bordo stipati fino all'inverosimile vi erano 918 ufficiali, 173 membri dell'equipaggio, 373 donne delle Unità Navali Ausiliarie, 162 feriti e 4424 rifugiati per un totale accertato di 6050 persone. Nel conteggio non rientrava, però, la massa di profughi che si era ammassata sul ponte la cui entità stando a recenti stime, particolarmente attendibili, faceva ascendere il totale degli imbarcati a oltre 10.000 persone. Alle 9.08, orario di Gotenhafen, il sommergibile russo S-13 avvistatala le lanciò contro tre siluri, nessuno dei quali mancò il bersaglio. Il primo, infatti, la colpì sotto la prua, provocando un rapido sbandamento della nave per la falla apertasi; il secondo al centro provocando una violenta esplosione, e il terzo in corrispondenza della sala macchine. Le segnalazioni di soccorso, con razzi e via radio sebbene ricevute e attivate con rapidità non scongiurarono la strage: molte scialuppe non poterono essere messe in mare per i rispettivi verricelli bloccati dal ghiaccio ed i soccorsi una volta giunti non riuscivano far altro che salvare 1.320 persone, mentre la nave si inabissava in meno di un'ora trascinando con se almeno 9.000 disperati.

vità, e fra esse quella che diverrà la peggiore della storia della navigazione per numero di vittime, in unico affondamento di un'unica nave e per le fulminee sequenze di estrinsecazione. Per tale triste primato è doveroso rievocare una breve sintesi dell'episodio che ebbe il suo prologo e il suo epilogo nell'arco delle 24 ore a cavallo del 30 gennaio del 1945, e per protagonista il grande transatlantico *Wilhelm Gustloff*. La nave, varata nel 1937, era lunga circa 200 m per una stazza di oltre 25.000 tonnellate. Spiccava tra le altre unità mercantili per lo sfarzo del suo arredo e per il lusso dei suoi saloni, tant'è che le sue crociere furono frequentate dalla ricca borghesia tedesca. Nel settembre di due anni dopo la nave venne trasformata in nave ospedale, ricevendo per quel nuovo impiego una adeguata livrea in base alle rigide convenzioni internazionali tese alla sua facile identificazione per la salvaguardia. Cessato in breve volgere quel compito e passata in proprietà della marina da guerra, riverniciata di grigio al pari della altre unità militari, trascorse i quattro anni successivi come nave caserma a Gdynia e solo agli inizi del '45 ne fu deciso il riarmo per utilizzarla nell'operazione *Hannibal*, in virtù della sua eccezionale capacità di accoglienza.[11]

Purtroppo quella fu soltanto la sciagura più grave dell'operazione *Hannibal*, ma non l'unica: il 10 febbraio seguente lo stesso sommergibile colpì e affondò la

11 La terribile vicenda della *Wilhelm Gustloff*, è stata rievoca da G. GRASS, *Il passo del gambero,* traduttore C. Groff, Torino 2002.

C-13



nave ospedale *General von Steuben* poco dopo la sua uscita da Pillau, provocando la morte di 3800 persone tra i militari feriti. Il 17 aprile fu la volta della nave da trasporto *Goya* che s'inabissò lasciando appena 334 superstiti delle circa 7.000 persone imbarcate.

Il relitto della *Wilhelm Gustloff* giace su di un fondale considerato una sorta di cimitero militare e, perciò, interdetto a qualsiasi immersione e a qualsiasi ricognizione subacquea; rispetto dovuto alle tante vittime della più grave tragedia navale.

L'anno zero di Berlino

La cessazione delle ostilità a partire da quel che restava di Berlino, formalmente però ancora capitale del III Reich, avvenne in breve tempo, durante il quale rapidamente tutti i rombi dei cannoni e i latrati delle armi automatiche si spensero, come gli spari dei mortaretti nella notte di capodanno dopo la mezzanotte. Gli subentrò un terrificante silenzio che presto fu rotto dalle grida di giubilo dei soldati sovietici che festeggiavano ubriachi per le strade, ormai ridotte a stretti sentieri tra enormi cumuli di macerie. A quelle grida di giubilo qualche ora dopo si unirono quelle di terrore delle donne, divenute da quel momento prede e vittime delle truppe di Stalin, e non solo, che in tale sorta di attività ogni vincitore ebbe modo di esigere, quasi come un vile diritto. Che quel

In questa pagina, dall'alto: *due immagini della nave ospedale "General von Steuben" e il varo della nave da trasporto "Goya".*
Nella pagina a fianco: *le strade di Berlino ridotte a sentieri tra enormi cumuli di macerie.*

comportamento fosse prevedibile da mesi ossessivamente era stato preannunciato dalla propaganda del dott. Goebels, ma a Berlino, dove gli stupri ed il massacro delle profughe perpetrati durante la loro disperata fuga non era noto, divenne certezza solo dopo le raccapricciaanti notizie provenienti dai paesi conquistati dall'Armata Rossa, primo fra tutti il villaggio di Nemmersdorf, nella Prussia Orientale, rimasto nell'ottobre precedente per alcune ore in balia di un reparto sovietico. Riconquistato si scoprirono con orrore i corpi di 74 persone, per lo più vecchi, bambini e donne, quest'ultime tutte seviziate, violentate e uccise. Nonostante ciò, le foto diffuse in Germania non vennero però pienamente credute, fino al moltiplicarsi di analoghe notizie. Ha scritto al riguardo: "lo storico Max Hastings: «lo stupro di donne da parte dei soldati russi raggiunse una scala che oltrepassava il desiderio sessuale e rifletteva soltanto l'atavico desiderio di violare un'intera società». Secondo un altro storico, Antony Beevor, che ha potuto consultare gli archivi aperti dopo la caduta dell'Unione Sovietica, nelle regioni orientali della Germania furono violentate 1,4 milioni di donne tedesche. Altre stime portano il totale fino a due milioni. I soldati russi non risparmiarono bambine e anziane e nemmeno le prigioniere di guerra russe trovate nei campi di lavoro, colpevoli di essersi fatte catturare vive dai nazisti… alla base di quello che Beevor ha definito «il più sistematico stupro di massa della storia», c'era un insieme esplosivo di fattori: la stanchezza per la lunga guerra, il desiderio di vendicarsi delle atrocità tedesche e l'abuso costante di alcolici. Ma più di tutti, probabilmente, contribuì alle violenze la propaganda sovietica. Ogni reparto dell'esercito era affiancato da Ufficiali politici che avevano il compito di motivare i soldati. Questi commissari del partito comunista indottrinavano le truppe sulla necessità di odiare i tedeschi e di far pagare loro un alto prezzo per aver invaso la Russia. I commissari non dicevano che era necessario violentare le donne tedesche, anzi: la linea ufficiale del partito era che il soldato russo sarebbe stato troppo gonfio di odio nei confronti del nemico per pensare di toccare una donna tedesca. Ma di fatto non venne introdotta nessuna misura punitiva. Come ha scritto Alexandr Solzhenitsyn, autore di *Arcipelago Gulag* e ufficiale di artiglieria durante la campagna di Prussia, «tutti sapevano molto bene che potevano stuprare le ragazze tedesche e poi spararagli»…"[12]

12 La citazione è tratta da D. M. DE LUCA, *Gli stupri in Germania 70 anni fa*, in *Il Post*, giornale online del 4 maggio 2015.

In queste pagine: *il massacro di Nemmersdorf e l'atroce violenza contro le donne tedesche.*

Molte donne tedesche, dagli 8 agli 80 anni, e moltissime berlinesi vennero così stuprate, senza soverchie distinzioni di età: molte altre, poi, furono uccise e molte ancora, forse diverse migliaia, preferirono suicidarsi in quella terribile orgia di sfrenata violenza e di inerme sopravvivenza che scandì la conclusione del conflitto. Le violenze indiscriminate sulle donne tedesche furono perpetrate, in larghissima percentuale, nelle zone di occupazione sovietica, sin dai primi sfondamenti avvenuti intorno all'ottobre del 1944. Bisogna però attendere quasi mezzo secolo prima che si abbiano delle serie ricerche in materia, dapprima ostacolate dalla suddivisione della Germania, poi dall'opportunità di non turbare i rapporti con la nuova Russia, e poi ancora dal senso di colpa che molte donne si portavano dentro da quei tragici avvenimenti. Ma: "a raccontare l'orrore, a volte, bastano i numeri: a Berlino, subito dopo la liberazione, sono state stuprate dai "liberatori" centomila donne, vale a dire il 9 per cento di tutta la popolazione femminile berlinese dell'epoca (e i dati sarebbero stati forniti per difetto: ci sono fonti secondo le quali, ad essere stuprate, sarebbe stato il 60 per cento delle berlinesi); in quella che allora era la Prussia orientale, dal dicembre '44, quando è iniziata la ritirata dei tedeschi, fino alla fine della guerra, le donne violentate da soldati dell'Armata Rossa furono due milioni: di queste, duecentomila sono morte, alcune ammazzate direttamente dai soldati, altre in conseguenza dello stupro. E ancora: il 20 per cento delle violentate sono rimaste incinte: in Germania ci sono trecentomila figli dello stupro di massa del '45 (e anche questi sarebbero dati calcolati per difetto). Tutto questo appare nel documentario presentato al Festival di Berlino dalla regista e scrittrice Helke Sander (un suo libro di racconti è stato pubblicato due anni fa anche in Italia) e intitolato *I Liberatori - le Liberate*: quattro ore di documenti ripescati in archivi trascurati da tutti, interviste a protagoniste e vittime, e ai figli delle vittime. Il documentario si apre e si chiude sul volto di una donna, in penombra, in fondo a un tavolo

lunghissimo: è stata stuprata cento volte, ed esistono certificati d'ospedale che lo provano. E ci sono ancora documenti a proposito di una donna violentata centoventotto volte in una notte, davanti ai familiari: alla quindicesima volta è svenuta, ed è rimasta svenuta fino alla fine".[13]

Una terribile esperienza in materia è quella raccontata da Gabriele Köpp, laureata in fisica con una cattedra da docente universitaria, significative amicizie con professori, premi Nobel e addirittura otto figliocci. Ma, purtroppo, anche una serie di violenze protrattesi per 14 lunghi giorni che hanno proiettato la loro pesantissima ombra su tutti gli episodi della sua vita, condizionandola pesantemente. Gabriele, che all'epoca aveva appena 15 anni fu stuprata a più riprese dai soldati russi d'occupazione. Di rado: "le donne vittime di violenza raccontano volontariamente la loro esperienza: una reazione che gli esperti descrivono come 'doppio trauma'. Parlandone, infatti, al dramma dell'episodio si aggiungerebbe quello della sua rievocazione, troppo dolorosa per moltissime di loro… Secondo uno studio di Philipp Kuwert, primario del reparto di psichiatria e psicoterapia dell'*University Hospital of Greifswald*, nella Germania del Nord, l'età media delle vittime era di 16,7 anni e ciascuna di loro sarebbe stata violentata in media 12 volte… L'orribile esperienza, inoltre, avrebbe avuto conseguenze anche sulle generazioni successive, dal momento che le madri dal doloroso passato spesso manifestavano serie difficoltà nello sviluppare un legame affettivo con i propri figli, oltre che con gli uomini in generale… Durante quei 14 giorni d'inferno, per trovare un po' di conforto, aveva scritto una lunga lettera alla madre, spaventata dalla scomparsa del proprio ciclo mestruale (che sarebbe tornato solo sette anni dopo) e dagli abusi che aveva vissuto. Quando riuscì a scappare si mise subito a cercarla e la trovò, 15 mesi dopo, ad Amburgo. Con sua grande sorpresa, però, la madre non si dimostrò affatto contenta di vederla. La salutò freddamente, si rifiutò di starla a sentire e le raccomandò solo di non parlare a nessuno di quanto le fosse accaduto. Se proprio voleva, poteva scriverlo, le disse. E così Gabi fece, raccogliendo gli appunti che, oggi, fanno parte del libro e che sono stati donati alla Casa della Storia di Bonn."[14]

13 La citazione è tratta dalla recensione di A. MORI del libro di Helke Sander, *I Liberatori - Le liberate*, pubblicata su Repubblica del 21/02/1992.

14 La citazione è tratta dal libro-confessione di G. KÖPP, *Stuprata dai russi nel 1945*, in Blitz quotidiano online del 5 marzo 2010.

Come più volte precisato, gli stupri di gruppo sono stati sistematicamente attribuiti alle truppe sovietiche, e non necessariamente russe, stanziate nella Germania est, ma la realtà vide pure i soldati delle altre nazioni partecipare attivamente a quella caccia alle donne. In particolare stando alle ultime ricerche si distinsero i militari degli Sati Uniti, ai quali vengono attribuiti almeno 190.000 reati del genere. A tale entità alcuni studiosi sono pervenuti avvalendosi dei rapporti dei sacerdoti bavaresi redatti nell'estate del 1945, epoca che coincide con la maggior aliquota delle aggressioni. Ad esempio "Michael Merxmüller, sacerdote nel villaggio di Ramsau vicino a Berchtesgaden, ha scritto il 20 luglio 1945...: «Otto ragazze e donne violentate, alcune delle quali di fronte ai loro genitori». Padre Andreas Weingand, da Haag an der Amper, un piccolo villaggio situato a nord di dove l'aeroporto di Monaco è oggi, ha scritto il 25 luglio 1945: «*L'evento più triste durante l'avanzata erano tre stupri, uno su una donna sposata, uno su una donna sola e uno su una ragazza senza macchia di 16 anni e mezzo. Sono stati commessi da soldati americani fortemente ubriachi*». Padre Alois Schiml da Moosburg ha scritto il 1° agosto 1945: «*Per ordine del governo militare, un elenco di tutti i residenti e la loro età deve essere inchiodato alla porta di ogni casa. I risultati di questo decreto non sono difficili da immaginare... Diciassette ragazze o donne... sono state portate in ospedale, dopo aver subito abusi sessuali una o più volte*». Gebhardt, tuttavia, dice che gli stupri commessi in Alta Baviera, dimostrano che le cose non erano molto diverse nel sud e ad ovest del dopoguerra della Germania. Un'altra stima, derivante da U. S. Criminologia professore Robert Lilly, che ha esaminato i casi di stupro processati dai tribunali militari americani, arrivando al numero di 11.000 gravi aggressioni sessuali commesse fino al novembre 1945, un numero disgustoso a sé stante."[15]

Per completezza di ricostruzione di quei terribili mesi, va ricordato che diverse migliaia di cittadini tedeschi maschi e femmine, vennero deportati in Unione Sovietica e internati nei gulag, destinati a fornire lavori coatti in conto riparazione bellica. Finirono spesso nelle miniere e il loro sfruttamento si prolungò per oltre una decina di anni, lasciandone alla fine ben pochi ancora in vita. Le condizioni esistenziali non differirono da quelle dei lager destinati agli ebrei e i turni di lavoro furono spesso di 14 ore anche nelle miniere di carbone senza alcuna distinzione di genere, con pochissimo e scadente cibo e per giunta con spietati trattamenti da parte del personale di sorveglianza. Condizioni particolarmente dure per le donne che in molti casi dovettero anche sopportare gli abusi sessuali: delle poche che tornarono quasi tutte erano affette da malattie veneree.

Una stima prudente porta il totale dei tedeschi morti nell'immediato dopo guerra a circa 2 milioni di individui.

Compromissione della scienza

Come recitava Macbeth nel suo celebre monologo '*se tutto fosse fatto, una volta fatto, allora sarebbe bene farlo presto*' mai come in questo caso non tutto era stato fatto al cessate il fuoco: ciò che mancava, e che avrebbe richiesto oltre mezzo secolo per essere raggiunto, costituiva l'aspetto fondamentale per le premesse di una eventuale pace duratura, trattandosi del ristabilimento della fiducia reciproca, una volta superate le tante diffidenze e incomprensioni, gettando così le basi di un vero ordine mondiale. La guerra che aveva se non fuso almeno saldamente coalizzato le diverse potenze alleate facendole un volta tanto trascurare i rispettivi regimi politici e credi ideologici, al suo cessare scandì anche la conclusione di quella effimera tolleranza. I sospetti e le conseguenti astiosità, più o meno marcate, in breve volgere affiorarono di nuovo, già nelle strade di Berlino, mentre gli ignari soldati dell'uno e dell'altro blocco ancora

15 La citazione è tratta da K. WIEGREFE, *Lo stupro del dopoguerra: gli americani erano così male come i sovietici?,* in *Spiegel* online, 2 marzo 2015.

indugiavano a festeggiare l'apparente pace. Le contrapposizioni ideologiche, politiche ed economiche determinarono, ancora più che nell'anteguerra, il contrapporsi di quelle che erano divenute ormai due superpotenze. Ne scaturì un assetto bipolare del pianeta, divisione che si sarebbe mantenuta a lungo, generando un esasperato confronto sul piano militare, che negli anni successivi fu soprattutto tecnologico e scientifico. Da qui la forte motivazione degli scienziati e dei ricercatori delle diverse università, che finirono per assumere ruoli collaborativi se non proprio paramilitari di indubbio supporto e fiancheggiamento. La realizzazione delle due bombe atomiche, che nel mese di agosto concluderanno le ostilità con

I soldati statunitensi e sovietici festeggiano la fine della guerra a Berlino, ignari del rapido degradare dei rapporti tra i loro Paesi.

il Giappone in maniera tanto drammatica, erano state un esplicito esempio della suddetta sinergia fra il mondo accademico e quello degli armamenti, debutto certamente non del tutto nuovo nella Storia, ma inedito per l'enorme complessità dell'impegno, per i suoi colossali oneri e per le sue terribili conseguenze. La ricerca scientifica ne uscì come una sorta di appendice di quella militare, ruolo ancillare che conserverà e spesso svilupperà ulteriormente fin quasi ai nostri giorni. Eppure, inizialmente almeno, anche Einstein convenne sulla correttezza di quella stretta

collaborazione, forse perché non ancora perfettamente consapevole della inumana potenza distruttiva racchiusa negli ordigni che stavano preparando. Scriveva, infatti, appena sei mesi dopo la scoperta della fissione dell'uranio al presidente Roosevelt (1882-1945) in data 2 agosto del 1939:

Signor Presidente,

la lettura di alcuni recenti lavori di E. Fermi e di L. Szilard, comunicatimi sotto forma di manoscritto, mi induce a ritenere che, tra breve, l'uranio possa dare origine a una nuova e importante fonte di energia. Alcuni aspetti del problema, prospettati in tali lavori, dovrebbero consigliare all'Amministrazione la massima vigilanza e, se necessario, un tempestivo intervento. Ritengo quindi mio dovere richiamare la Sua attenzione su alcuni dati di fatto e suggerimenti.

Negli ultimi quattro mesi, grazie agli studi di Joliot in Francia e di Fermi e Szilard in America, ha preso sempre più consistenza l'ipotesi che, utilizzando un'adeguata massa di uranio, vi si possa provocare una reazione nucleare a catena, con enorme sviluppo di energia e formazione di un gran numero di nuovi elementi simili al radio: non vi è dubbio che ciò si potrà realizzare tra breve.

In tal modo si potrebbe giungere alla costruzione di bombe che - è da supporre - saranno di tipo nuovo ed estremamente potenti. Uno solo di tali ordigni, trasportato via mare e fatto esplodere in un porto, potrebbe distruggere l'intero porto e parte del territorio circostante. D'altra parte, l'impiego di queste armi potrebbe risultare ostacolato dal loro eccessivo peso, che ne renderebbe impossibile il trasporto con aerei.

Negli Stati Uniti esistono solo modeste quantità di minerali a bassa percentuale di uranio; minerali più ricchi si trovano in Canada e nella ex Cecoslovacchia, benché i più cospicui giacimenti uraniferi siano nel Congo belga.

Alla luce delle precedenti considerazioni, Ella converrà con me, Signor Presidente, sull'opportunità di stabilire un collegamento permanente tra il governo e il gruppo di fisici che, in America, lavorano alla reazione a catena, collegamento che potrebbe essere facilitato dalla nomina di un responsabile di Sua fiducia, autorizzato ad agire anche in veste non ufficiale. A tale persona dovrebbero essere affidati, fra l'altro, i seguenti compiti:

a) mantenersi in contatto con i Dipartimenti interessati per tenerli al corrente di eventuali sviluppi e suggerire al governo misure atte ad assicurare la fornitura di uranio;

b) accelerare il lavoro di ricerca nel settore, attualmente svolto nei limiti di bilancio dei laboratori universitari, sollecitando, all'occorrenza, forme di finanziamento volontario da parte di privati disposti a contribuire alla causa, e assicurandosi altresì la cooperazione di laboratori industriali dotati delle attrezzature necessarie. Mi si dice che la Germania, subito dopo l'occupazione della Cecoslovacchia, ha posto l'embargo sull'uranio proveniente da questo paese, il che non stupisce, quando si pensi che il figlio del Sottosegretario di Stato tedesco, von Weisszäcker, è membro del Kaiser- Wilhelm-Institut di Berlino, dove sono attualmente in corso esperimenti con uranio, analoghi a quelli svolti in America.

Distintamente”[16]

16 La lettera è custodita nella Biblioteca di F.D. Roosevelt di Hyde Park a New York.

In alto: *Einstein mentre lavora, con Leo Szilard, alla stesura della famosa lettera del 1939.*
Nella pagina a fianco: *ritratto di Franklin Delano Roosevelt.*

La posizione di Einstein non mutò al riguardo neppure sul finire del marzo del 1945 quando il progetto di approntamento della bomba era ormai in fase avanzata, e probabilmente già se ne potevano immaginare le prestazioni distruttive. Scriveva infatti al Presidente Roosevelt in data 25 marzo 1945:

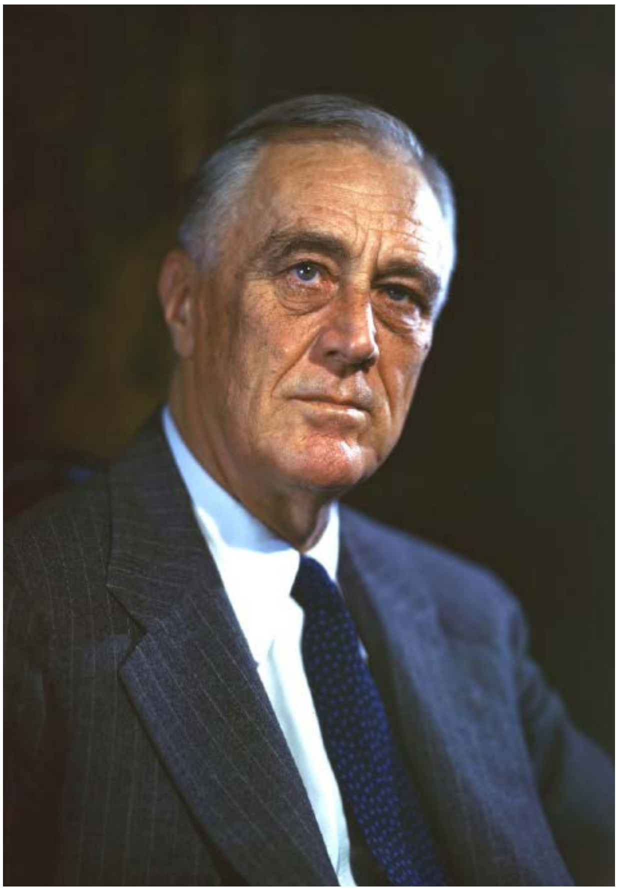
Signore

Le scrivo per introdurre Dr. L. Szilard, che si propone di presentare a voi certa considerazione e raccomandazione. Circostanze insolite che io descriverò più avanti mi hanno indotto a questa iniziativa, nonostante che io non conosco la sostanza delle considerazioni e raccomandazioni che il Dr. Szilard si propone di inviarvi.

Nell’estate del 1939 il dr. Szilard mi fece conoscere le sue opinioni circa l’importanza dell’uranio per la difesa nazionale. Era molto turbato dalle potenzialità ed ansioso che il governo degli Stati Uniti ne fosse informato al più presto possibile. Il dr. Szilard, che è uno degli scopritori della emissione di neutroni dell’uranio su cui si basa tutto il presente lavoro sull’uranio, mi descrisse un sistema specifico da lui ideato che permetterebbe di creare una reazione a catena in un futuro immediato. Dopo averlo conosciuto per oltre venti anni, sia dal suo lavoro scientifico e personalmente, ho molta fiducia nel suo giudizio ed è stato sulla base del suo giudizio, che ho preso la libertà di approccio in relazione a questo tema. Ha risposto alla mia lettera del 2 agosto, 1939 con la nomina di un comitato sotto la presidenza del dr. Briggs e quindi avviato l’attività del governo in questo campo.

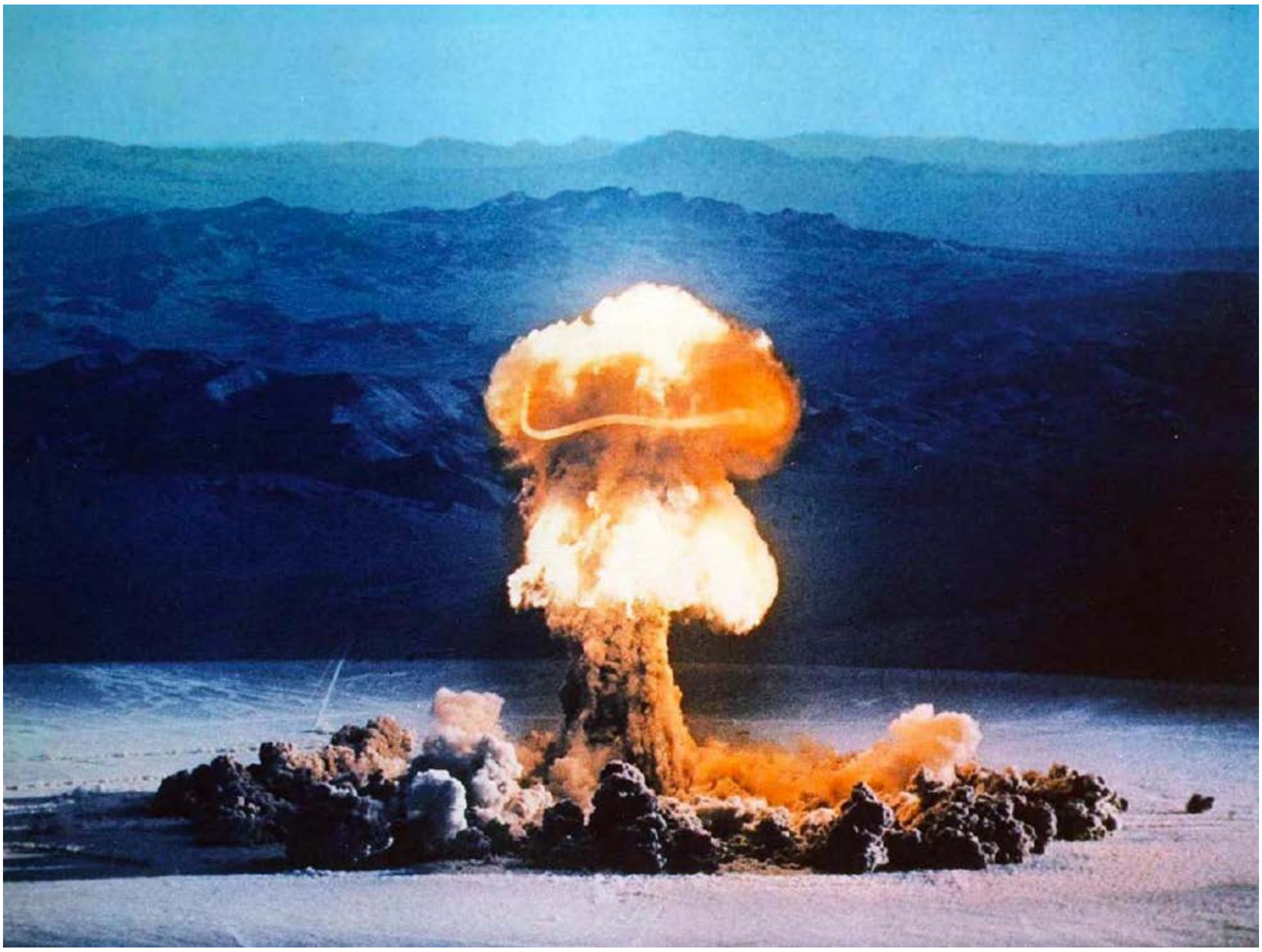
I termini di segretezza in cui il dr. Szilard sta lavorando al momento, non gli permettono di darmi informazioni sul suo lavoro; però, ho capito che ora è fortemente preoccupato per la mancanza di un adeguato contatto tra gli scienziati che se ne occupano e i membri del gabinetto che sono responsabili per la formulazione politica. In tali circostanze ritengo mio dovere fornire al dr. Szilard questa introduzione e desidero esprimere la speranza che si sarà in grado di elargirgli la vostra attenzione personale.

Cordiali saluti[17]



La lettera fece giusto in tempo a raggiungere il Presidente ma non a riceverne una risposta, poiché le sue condizioni di salute aggravatesi proprio in quei giorni lo condussero alla morte il 12 aprile di quell’anno. Einstein, quindi, sia pure in maniera non precisa, sapeva della bomba in fase di ultimazione e delle sue potenzialità ma il suo cambiamento di giudizio avvenne soltanto dopo averne concretamente constatato gli effetti, come del resto mutò pure negli altri scienziati, Oppenheimer in particolare, che fino ad allora erano stati spinti a prendere parte al progetto soprattutto per paura che: “Hitler potesse costruire la bomba per primo. I tedeschi potevano vantare un gran numero di scienziati molto preparati, tra cui gli scopritori della fissione nucleare, e si sapeva dell’esistenza di un loro progetto segreto di ricerca sull’uranio. Il pericolo che Hitler potesse disporre di armi nucleari e usarle per conquistare il mondo era dunque parso reale e immediato ma, alla fine del 1944, non sussisteva più. Nessuno pensava che il Giappone fosse in grado di progettare armi atomiche. Il principale argomento che aveva persuaso gli scienziati inglesi e americani a lavorare a Los Alamos era dunque venuto meno molto tempo prima del *Trinity test*. Avrebbero potuto fermarsi. Avrebbero potuto fare una pausa e domandarsi se in seguito

17 La lettera è riportata in W. LANOUTTE, B. SILARD, *Genius in the Shadows: Una Biografia di Leo Szilard, l’uomo dietro la bomba*, University of Chicago Press, 1994, pp. 261-2.



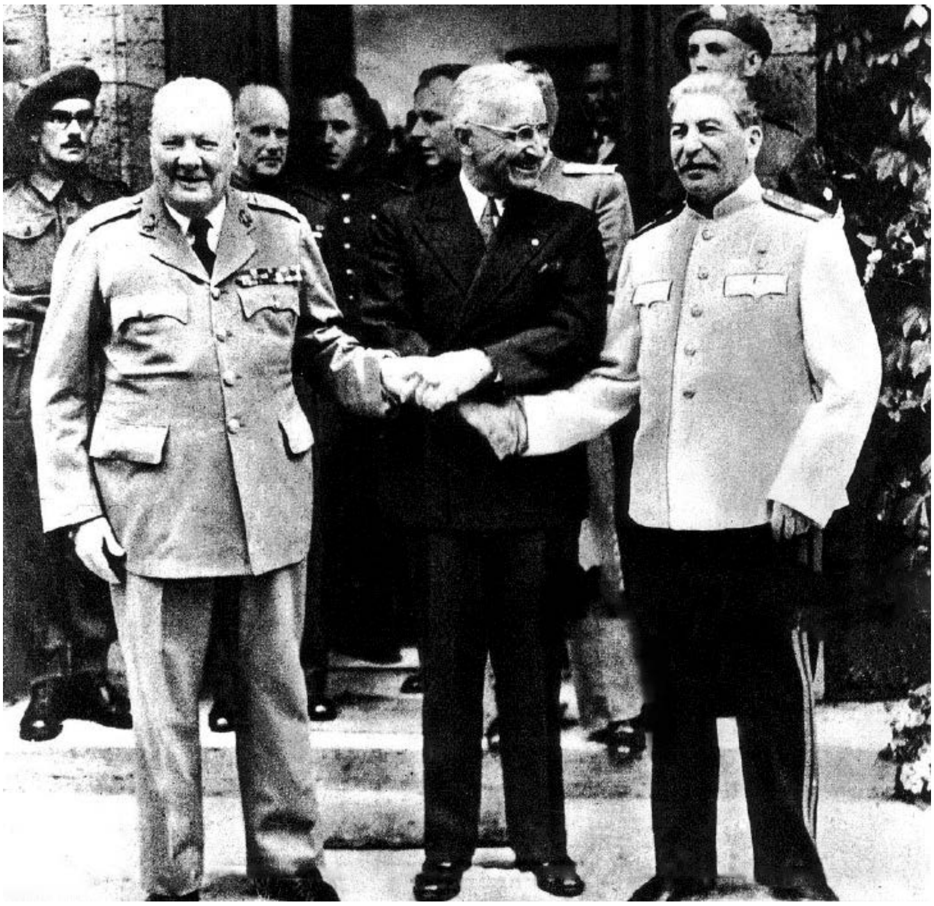
ai nuovi sviluppi della situazione fosse bene passare alla produzione concreta delle armi."[18]

Ma dopo l'esplosione del *Trinity Test*, il 16 luglio del 1945 nel poligono di Alamogordo nel Nuovo Messico, quasi tutti gli scienziati si dissero contrari al suo impiego su di un bersaglio abitato, e in seguito molti si chiesero perché non si fossero fermati quando i tedeschi si erano ormai arresi. L'avvento dell'armamento nucleare, pur non segnando l'inizio della stretta collaborazione fra la cultura accademica e il mondo della guerra, vide però incrementarsi in maniera esponenziale i legami, senza che vi fossero evidenti repulsioni da parte degli scienziati, anche dinanzi alle più orrende, e in buona parte prevedibili, conseguenze delle armi che stavano sviluppando nei loro laboratori, almeno fin tanto che restarono convinti di agire per la salvezza della nazione. Ben esemplificano questo stato d'animo le parole di Oppenheimer scritte in data 4 ottobre del 1944 al Generale Groves, che così recitavano: "Il laboratorio [di Los Alamos] ha ricevuto la direttiva di produrre armi; si è sempre aderito e si continuerà ad aderire rigorosamente a tale direttiva. Oppenheimer aveva accettato per sé e per i suoi colleghi il principio secondo cui le opinioni personali vanno subordinate all'autorità militare. La guerra contro il Giappone infuriava ancora. Ritirarsi dalla produzione di un'arma decisiva mentre ogni giorno i soldati americani morivano nelle isole del Pacifico, sarebbe parso un atto di tradimento. C'era la guerra e in tempo di guerra prevale l'etica militare per cui non tocca ai soldati di domandarsi il perché delle azioni."[19] Non era quello il primo esempio di assoluta e indiscussa subordinazione del mondo scientifico ai dettami ed alle esigenze militari per discutibili o atroci che fossero, giustificate sempre da un interesse superiore quale in genere la salvezza della nazione. Confermò quel sostanziale cambiamento di opinione anche Lilli Hor-

18 La citazione è tratta da D. FREEMAN, *Armi e speranza*, Torino, 1984, p. 148.

19 La citazione è tratta da D. FREEMAN, *Armi e speranza*, Torino 1984, p. 148.

In alto: *l'esplosione del Trinity Test, il 16 luglio 1945, nel deserto del New Mexico.*
Nella pagina a fianco: *Churchill, Truman e Stalin a Potsdam.*



nig, 94 anni, che partecipò alla realizzazione della bomba in qualità di chimico: "Oggi sappiamo che il test fu condotto il 16 luglio, in condizioni meteo non ottimali, perché il giorno dopo il Presidente Truman avrebbe incontrato a Potsdam Stalin e Churchill per discutere il proseguimento della guerra: quel risultato positivo avrebbe pesato nella trattativa. Pochi giorni dopo, il 6 e 9 agosto, malgrado la petizione di settanta fisici che chiedevano a Truman di usare la bomba solo a scopo dimostrativo facendola esplodere in un luogo disabitato del Giappone, Hiroshima e Nagasaki venivano bombardate"[20]

Del resto anche in ambito militare non mancavano i medesimi interrogativi, a partire dallo stesso Generale Marshall che avversò quella scelta ritenendola inutilmente atroce, se non pure ormai inutile essendo la disfatta del Giappone imminente. Così infatti si può leggere nel verbale di un incontro avvenuto il 29 maggio del 1945 tra il Gen. Marshall e il Segretario alla Guerra Henry L. Stimson :

"Il generale Marshall ha detto che pensava che queste armi [bombe atomiche] *potrebbero prima essere usate contro obiettivi militari dritti come una grande installazione navale e poi se nessun risultato completo è stato derivato dall'effetto di questo, ha pensato che dovremmo designare un numero di grandi aree di produzione dalle quali il popolo sarebbe stato avvertito di evacuare e dire ai giapponesi che avremmo intenzione di distruggere tali centri. Non ne daremmo gli esatti nomi in modo da impedire ai giapponesi di sapere dove potremmo colpire... e quando un sito fosse indicato l'esplosione dovrebbe seguire subito, per cui dovremmo fare ogni sforzo per notificare il nostro avvertimento in maniera chiara. Eviteremo in tal modo gli orrori che potrebbero derivare da un impiego sconsiderato di tale forza."*[21]

Ma quel ragionevole parere non fu in alcun modo tenuto in considerazione dal nuovo Presidente, Harry Truman (1884-1972) e dalla sua amministrazione che decisero invece di procedere all'impiego della bomba aggiungendo al già lunghissimo elenco delle atrocità note della guerra anche quelle ignote future derivanti dalle radiazioni. Emblematico l'annuncio dell'evento diffuso dallo stesso Presidente:

"Il mondo sappia che la prima bomba atomica è stata sganciata su Hiroshima, una base militare. Abbiamo vinto la gara per la scoperta dell'atomica contro i tedeschi. L'abbiamo usata per abbreviare

20 La testimonianza di Lilli Hornig è tratta da *M. DI PIERO MARTIN, A. VIOLA, Trinity test, settant'anni fa nel New Mexico la prima esplosione di una bomba atomica*, in *L'Espresso* del 16 luglio 2015.

21 Corrispondenza segretissima del Segretario alla Guerra Stimson dal 74/40 al 9/45- cartella S-1 Memorandum di conversazione con il Generale Marshall, 29 maggio 1945. Archivi nazionali PROTOCOLLO DI CONVERSAZIONE col Generale Marshall 29 maggio 1945.

l'agonia della guerra, per risparmiare la vita di migliaia e migliaia di giovani americani, e continueremo a usarla sino alla completa distruzione del potenziale bellico giapponese".[22]

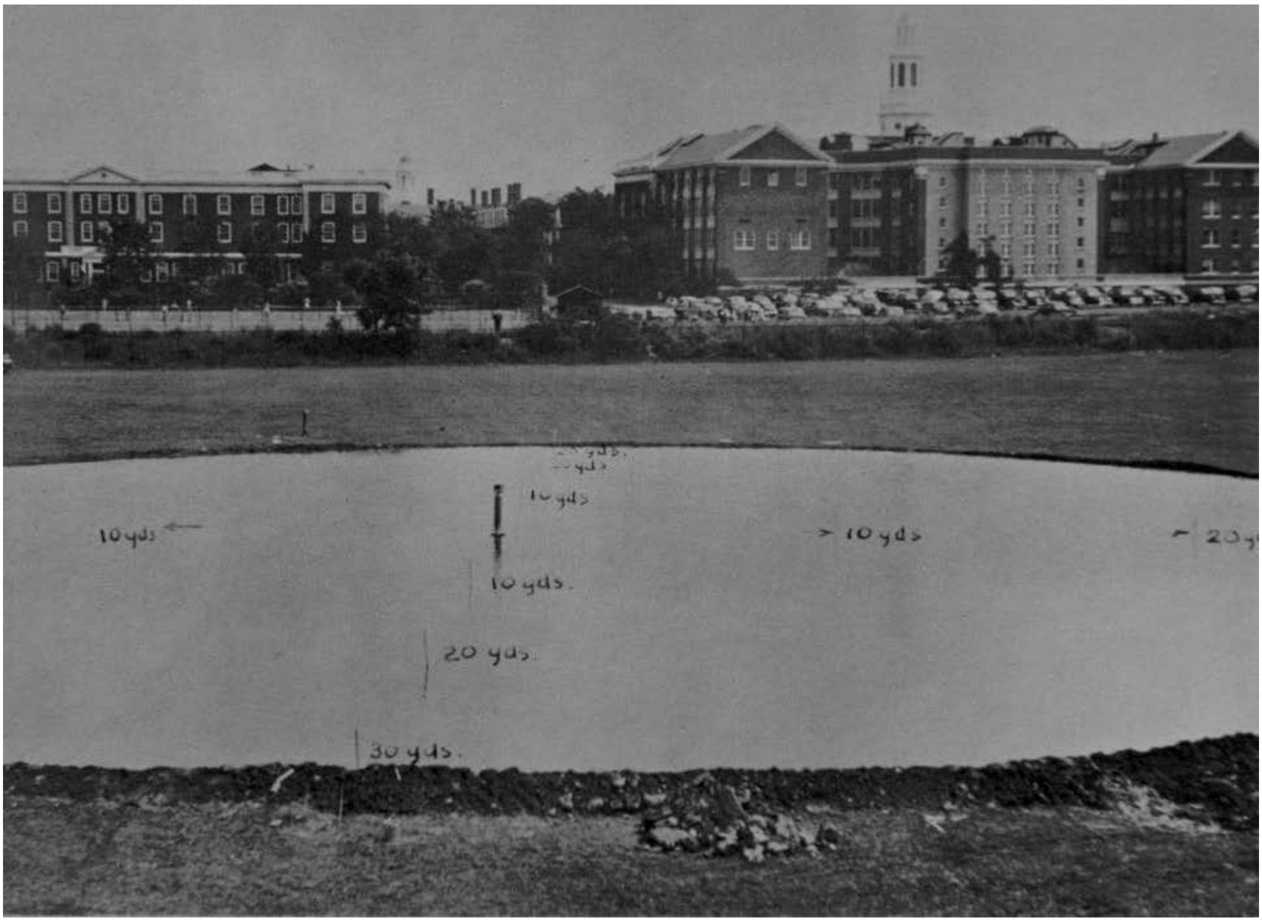
A quel punto il vaso di Pandora potette essere considerato vuoto. La guerra come fu presto evidente non poteva in alcun modo considerarsi finita ma nella migliore delle ipotesi soltanto mutato di direzione, come i più disinibiti Generali americani non nascosero. Il nuovo e più temibile nemico era il blocco sovietico.

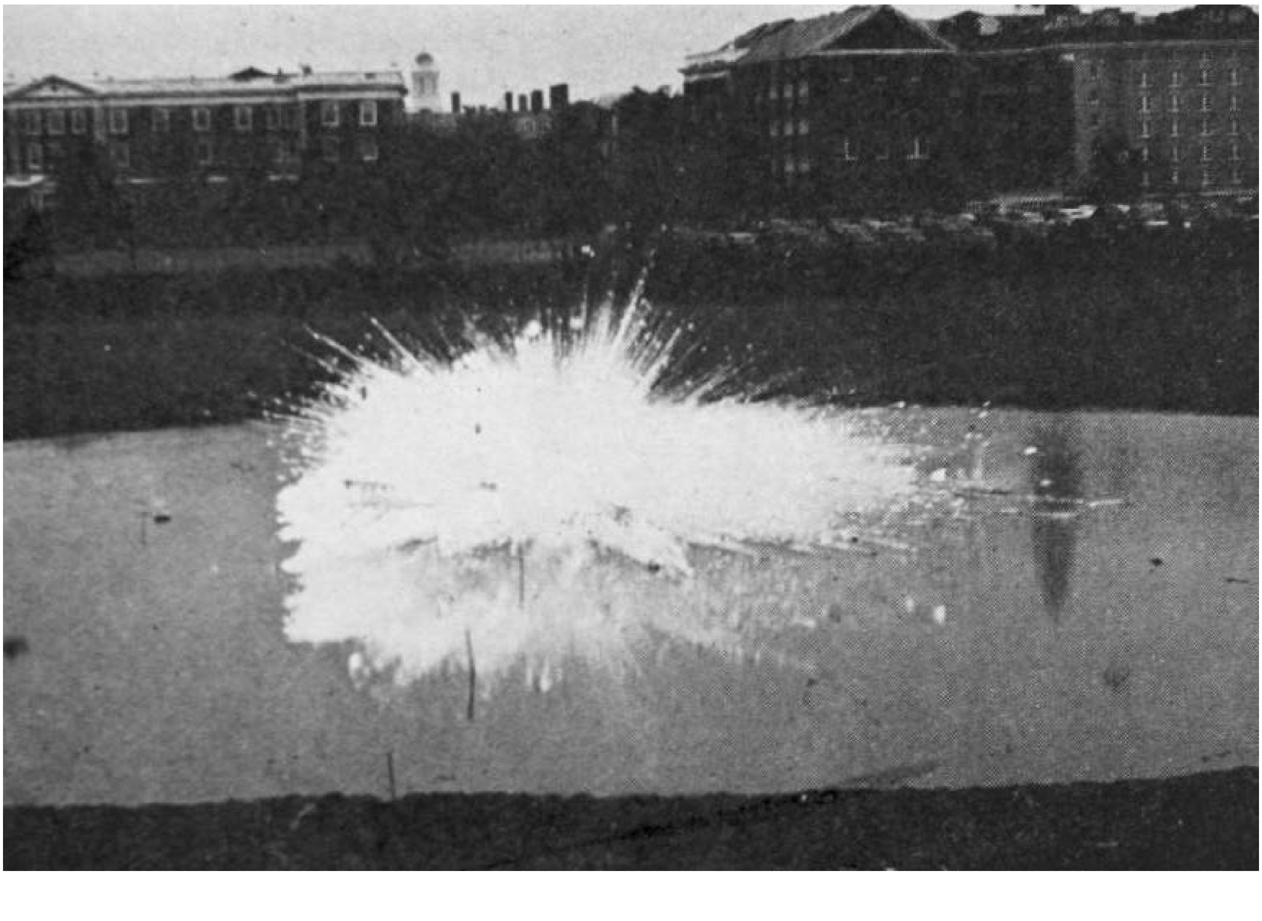
Un tragico precedente: il napalm

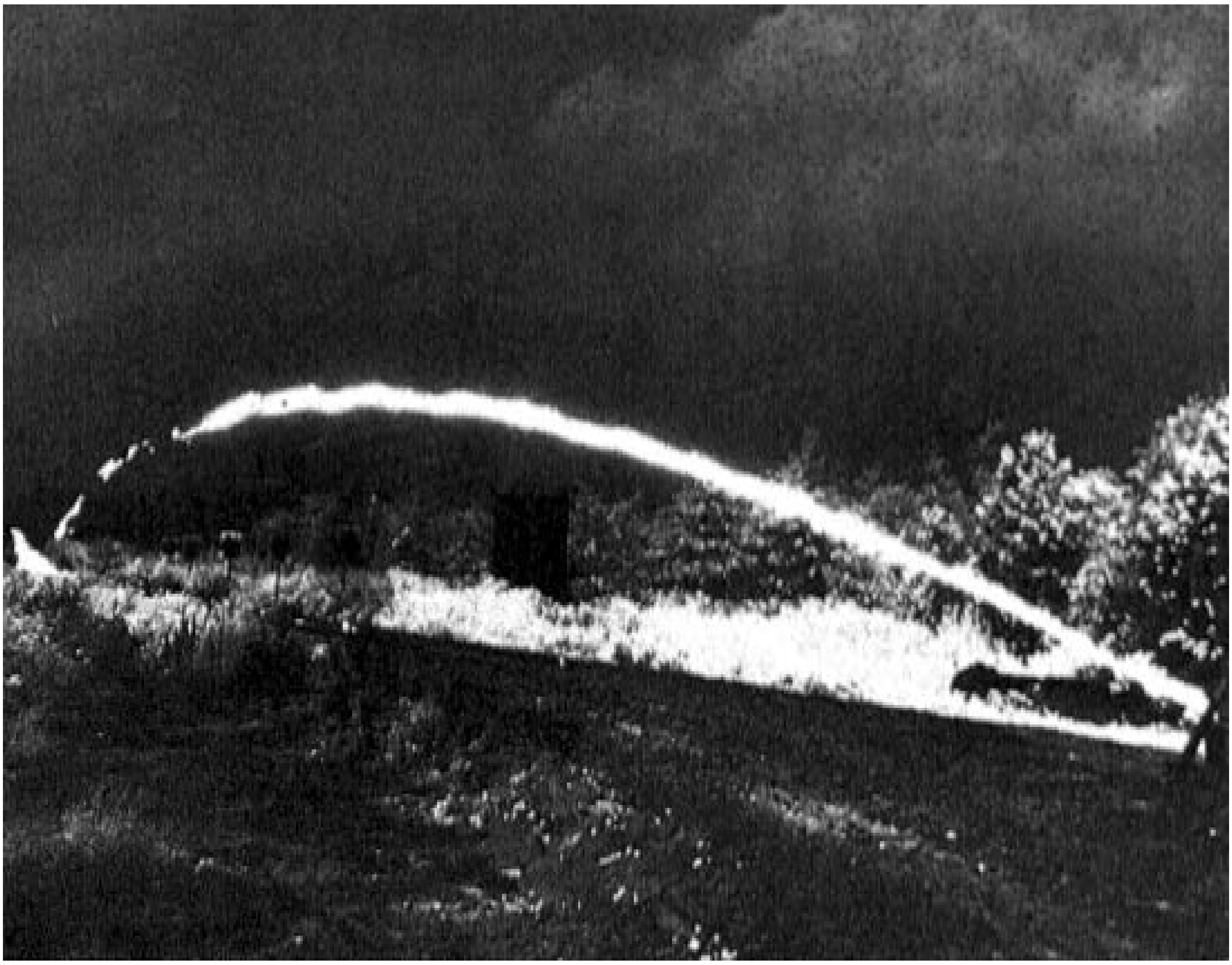
Un emblematico precedente del coinvolgimento del mondo accademico nella costruzione di armi particolarmente atroci si era già avuto quando i ricercatori dell'Università di Harvard misero a punto per i loro committenti militari una terribile miscela incendiaria: il *napalm*. Il vocabolo è composto dalle sillabe iniziali di *naftenato* e *palmitato* due acidi che entrarono in maniera preponderante nella formula del piroforo, acidi peraltro ampiamente disponibili in commercio, vuoi come nafta vuoi come olio di palma. Mischiandoli si trasformava l'idrocarburo in una gelatina molto stabile, facile da innescare con una piccola carica di fosforo bianco, a sua volta fatto esplodere o per percussione o per telecomando. Ad Harvard la miscela fu inventata in quanto tale, e non individuata come sottoprodotto di un particolare processo produttivo, quindi qualcosa di appositamente studiato e realizzato che, infatti, su istanza del Servizio Chimico dell'Esercito Statunitense tesa a disporre di una miscela incendiaria più attiva e devastante dell'esistenti. Il *napalm,* che per molteplici sue peculiarità ricordava i tremendi effetti del fuoco greco – di cui forse riproponeva sostanzialmente la formula – comparve intorno al 1942, per opera del professore di chimica organica ad Harvard Luis Fieser. Le prime sperimentazioni furono realizzate sul campo sportivo della stessa università, e confermarono le più ambiziose aspettative, bruciando ad altissima temperatura, con forte aderenza alle superfici colpite ed elevatissimo consumo di ossigeno, per cui associava alle eventuali terribili ustioni dei coinvolti anche l'avvelenamento e l'asfissia.

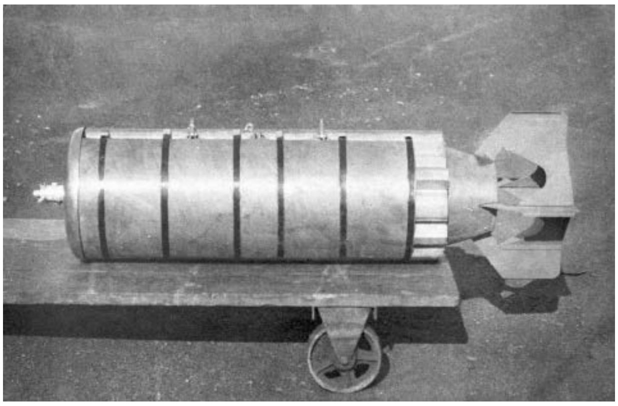
In alto: *il Prof. Luis Fieser durante i test delle nuove bombe al napalm.*
Sopra: *Fieser ad Harvard effettua una dimostrazione della semplicità di creazione della nuova miscela incendiaria.*
Nella pagina a fianco: *i primi test condotti sul napalm in uno stagno adiacente alla Business School dell'Università di Harvard.*
Nelle pagine successive: *gli svariati ambiti di utilizzo del napalm. Da miscela per lanciafiamme a componente per bombe ad alto potenziale sganciate dai B-29 anche su Tokyo e Tomaya in Giappone, nella prima metà del 1945. In particolare, la foto notturna ritrae il bombardamento di Tomaya e rende in maniera evidente la potenzialità distruttiva della nuova arma.*

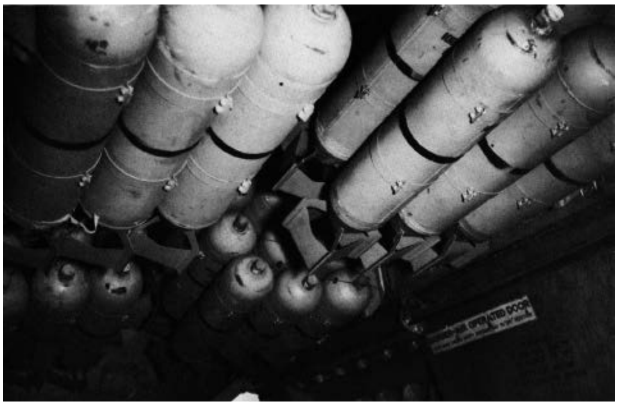
22 L'annuncio del Presidente Truman, del 6 agosto 1945 sullo sgancio della prima bomba atomica.


10 yds
10 yds
10 yds
10 yds
20 yds
30 yds









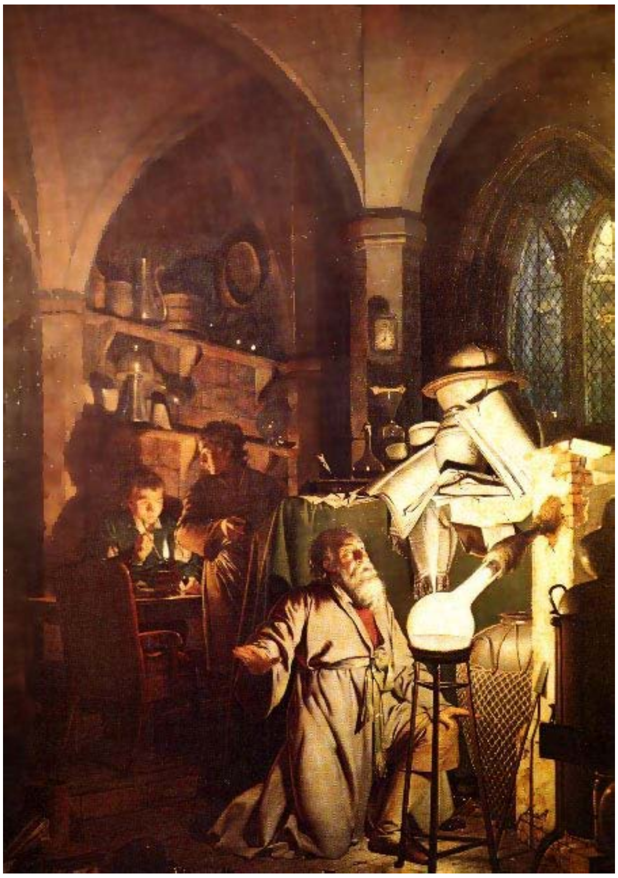
Durante l'offensiva delle Ardenne, un piccolo centro del Belgio fece da cavia per l'impiego della nuova miscela incendiaria, subito seguito da Saint Malo che vide, ai primi di agosto del 1944, il suo avamposto, ricavato nell'isolotto di Cézembre, munito di un articolato complesso di 28 bunker, colpito da un pesantissimo bombardamento, circa 120.000 tonnellate di esplosivo nell'arco di appena un mese - che tuttavia non lese le potenzialità ostative del caposaldo, suggerendo allora l'uso del *napalm*. Una nuova ondata di oltre 250 bombardieri si accanì sull'isolotto lanciando migliaia di bombe perforanti e decine di barili di *napalm*, dal cui incendio si sprigionò un calore tale da far flettere persino le volate dei cannoni come fossero di plastica. La resa sopraggiunse il 1° settembre e vide la concessione dell'onore delle armi a quegli indomabili difensori, ridotti a vere larve umane, tra i quali vi erano una settantina di marò della San Marco.[23]

Sopra: *gli effetti del napalm.*
In basso: *ripresa aerea dell'isolotto di Cèzembre, a largo della costa di Saint-Malo in Francia. Ben evidenti i ruderi dei bunker bombardati nel dicembre del 1944 col napalm.*
Nella pagina a fianco: *alcune fasi del bombardamento.*

23 Cfr. G. DI FEO, *I leoni della San Marco nell'assedio di Cèzembre in Normandia. Quegli irriducibili nell'isola-bunker che non volevano cedere agli Alleati*, in *Corriere della Sera*, 30 maggio 2004.

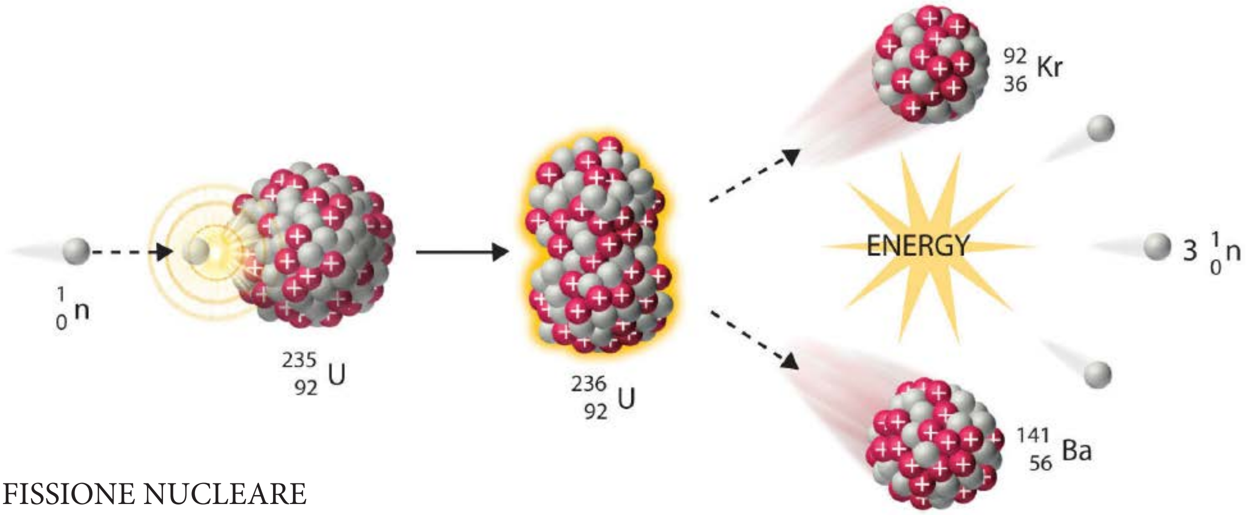
C-55204 A.C.

La nuova pietra filosofale

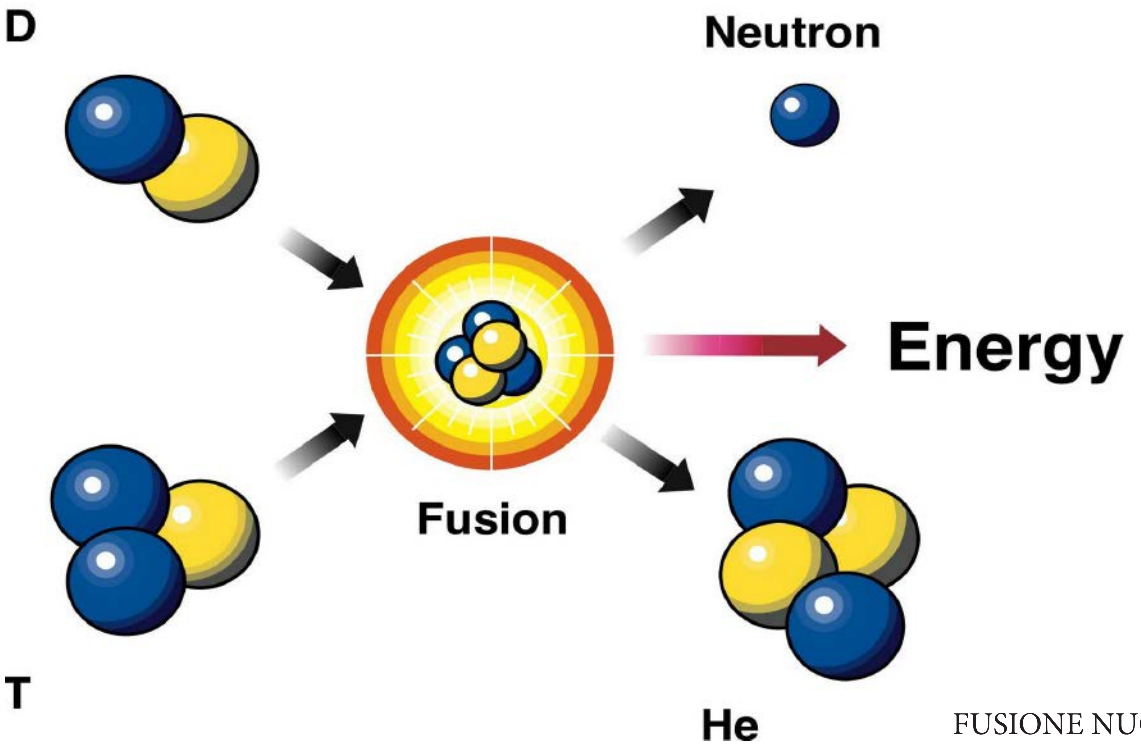


Sopra: *L'alchimista scopre il fosforo cercando la pietra filosofale, Derby Museum and Art Gallery - Derby, Inghilterra.*
Sotto e nella pagina a fianco: *schemi della fissione e della fusione nucleare.*

Stando alle leggende medievali esisteva, sebbene di fantastica acquisizione, una sostanza, solida o minerale, che elargiva tre straordinarie proprietà: la prima consisteva nella garanzia di una lunga vita, più nota come elisir di lunga vita; la seconda invece una conoscenza globale assoluta, ovvero l'onniscenza spaziante dal passato al futuro, la terza la capacità di mutare in oro tutti i metalli vili. Tale chimera ebbe la definizione di *lapis philosophorum*, e costituì l'oggetto di secoli di ricerche per innumerevoli generazioni di alchimisti. Quasi superfluo aggiungere che delle tre potenzialità la più ambita e ricercata era l'ultima, contemplandosi suo tramite il possesso di una ricchezza illimitata e oggi, paradossalmente, è l'unica che in qualche modo può essere concretamente realizzata. Quelle che gli alchimisti vanamente cercarono per secoli, la mitica 'mutazione', oggi assunto il nome di trasmutazione trova attuazione nelle centrali nucleari, per l'esattezza in due precise tipologie di reazioni, una definita 'fissione' e l'altra 'fusione' entrambe capaci più che di trasmutare in oro un vile metallo di trasformare in enorme quantità di energia una piccola quantità di materia, secondo la notissima formula di Einstein. Nella prima, che sta alla base delle due bombe atomiche sganciate sul Giappone, un pesante nucleo di un atomo di uranio, o di plutonio, viene spaccato da un neutrone -fissione-, trasformando i due frammenti rispettivamente in un atomo di bario e in un atomo di cripton, con lo sprigionamento di una immensa quantità di energia dovuta alla perdita di massa, da cui deriva il potere distruttivo dell'ordigno. Nella seconda, alla base delle bombe all'idrogeno, gli atomi di due suoi isotopi, deuterio e trizio, mediante l'esplosione di una bomba atomica a fissione, venivano fatti collidere violentemente -fusione-, generando così un terzo elemento l'elio, oltre a una di gran lunga maggiore quantità di energia, reazione propria del Sole e perciò priva di limiti dimensionali. In ambedue le tipologie si realizzavano delle trasmu-



FISSIONE NUCLEARE



FUSIONE NUCLEARE

tazioni atomiche, e gli elementi presenti al termine delle reazioni non erano gli stessi dell'inizio. Come accennato, subito dopo il *Trinyty Test*, essendo venuto meno l'incubo nazista, agli scienziati del progetto parve giunto il momento di fermarsi. Oppnheimer, rievocando in pubblico lo stato d'animo provocato da quel rivoluzionario evento, affermò che:

"*Quando scoppiò nell'alba del Nuovo Messico, la prima bomba atomica, pensammo ad Alfred Nobel e alla sua speranza, vana speranza, che la dinamite mettesse fine alla guerra. Pensammo alla leggenda di Prometeo, a quel profondo senso di colpa dell'uomo per i suoi nuovi poteri che riflette il suo riconoscimento del male e la lunga conoscenza che ne ha. Sapevamo che questo era un mondo nuovo, ma ancora di più sapevamo che lo stesso esser nuovi era cosa molto antica nella vita umana. Che tutte le nostre vie erano radicate in esso.*"[24]

La domanda che inevitabilmente si ripropone è sempre sulla necessità piuttosto che sulla liceità di usare quegli ordigni contro una popolazione civile ignara delle loro terribili conseguenze. Scriverà, infatti, persino il maresciallo Montgomery che a suo avviso:

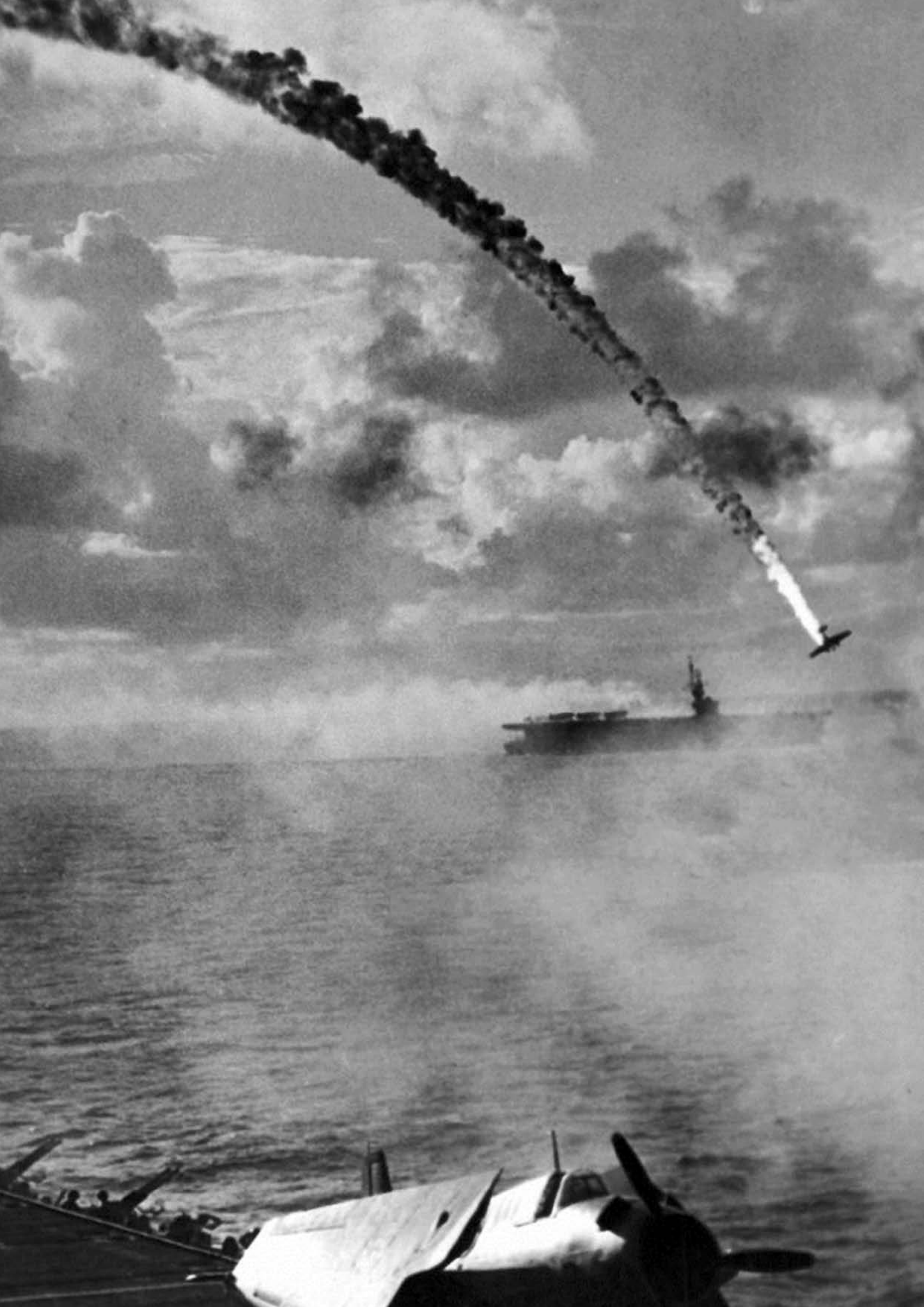
"*Non era necessario sganciare, nell'agosto del 1945, due bombe atomiche sul Giappone e non posso credere che fosse giusto farlo. Secondo il Presidente Truman la decisione fu presa per salvare centinaia di migliaia di vite sia americane sia giapponesi. Ma il rimuovere l'ostacolo della resa incondizionata avrebbe ugualmente salvato quelle vite perché credo che in tal caso il Giappone si sarebbe arreso prima. I giapponesi erano già stati sconfitti dalle armi convenzionali e i bombardamenti tradizionali avevano già operato una così radicale opera di distruzione che nessun obiettivo sarebbe rimasto per le bombe atomiche se non si fosse ordinato di salvare, a questo scopo, quattro città tra le quali Hiroshima e Nagasaki. Lo sgancio delle due bombe costituì un grosso errore politico e il primo esempio di declino del livello morale nella condotta della guerra.*"[25]

Psicologia giapponese

Tra le concause che portarono all'impiego delle bombe atomiche contro due città del Giappone, vi fu senza dubbio la constatazione della fanatica volontà di resistenza della dirigenza militare nipponica, e dei civili che a essa si ispiravano. Anche quando ormai la sconfitta apparve inequivocabile, continuarono a battersi, senza mai mostrare alcun cedimento morale o fisico neppure dinanzi alla morte, quasi che fosse-

24 La citazione è tratta da F. MINI, *Fusione e fissione. Una questione di «bombe» e di «perché»* in *Esercito e Scienza,* Modena, 1991, p. 229.

25 La citazione è tratta da B. MONTGOMERY, *Storia delle guerre*, Milano, 1970, p. 579.



ro consapevoli della sua ineluttabilità. A Saipan, agli inizi di luglio del 1944, avvenne un tragico episodio che confermò esplicitamente quella sorta di credo, convincendo la dirigenza statunitense che qualsiasi mezzo che avesse abbreviato il conflitto, avrebbe risparmiato innumerevoli vite dei propri soldati, senza perciò porsi alcun significativo scrupolo sul suo impiego. Sull'isola dopo l'ultima carica giapponese *banzai*, avvenuta il 7 luglio del 1944, date le circostanze una sorta di variante di suicidio collettivo che però aveva comportato pure l'uccisione di 668 americani a fronte di 4.200 giapponesi, un terribile stupore colse i marines: "quando si trovarono di fronte a uno spettacolo più orribile di tutto ciò che avevano veduto fino a quel momento. Infatti una parte della popolazione civile di Saipan era rifluita con le truppe nipponiche verso il nord. Quando i soldati giapponesi vennero a trovarsi senza via d'uscita nella zona di Marpi Point, vi era concentrato un ingente numero di civili."[26]

Per la conquista: "era stato versato molto sangue: 13.000 perdite Usa, fra cui 3.000 marines uccisi, e 30.000 morti fra i difensori giapponesi. Ma un altro macello più allucinante si era portata via la popolazione civile dell'isola. Credendo, come aveva insegnato loro la propaganda, che gli americani avrebbero portato stupri, torture, castrazioni e omicidi, 22.000 civili avevano raggiunto due dirupi alti rispettivamente 24 e 300 metri sugli scogli. E nonostante gli appelli degli interpreti americani in lingua giapponese e perfino di altri isolani, si erano uccisi, a famiglie intere, lanciandosi nel vuoto".[27] L'allucinante vicenda ebbe inizio: "nel pomeriggio dell'8 luglio. Una squadra di GI, mentre avanzava verso nord, scorse gruppi di civili impazziti che fuggivano verso l'orlo della scogliera e si gettavano nel vuoto per sfracellarsi 70 metri più in basso, su micidiali mucchi di rocce. I GI non credettero ai loro occhi, ma quando giunsero sull'orlo della scogliera scorsero centinaia di cadaveri insanguinati e smembrati. Altri plotoni americani assistettero a scene orribili. Videro uomini sgozzare o strangolare i propri figli e

26 Da B. MILLOT, *La guerra del Pacifico*, trad. B. Oddera, Verona, 1972, p. 695.
27 La citazione è tratta da F. MINI, *Fusione*...., cit., 227.

Nella pagina a fianco: *un attacco banzai contro delle navi della US Navy, a largo di Saipan.*
In questa pagina, dall'alto: *lo sbarco dei marines a Saipan; prigionieri giapponesi; alcune tragiche immagini di civili che si suicidano a seguito della conquista da parte dei marines.*

poi gettarsi nel vuoto. Videro donne e vecchi correre tenendosi per mano fino al limite del precipizio e sparire con un ultimo balzo. Soldati nipponici riunivano gruppi di civili e si suicidavano dinanzi ad essi. Allora posseduti da un isterismo collettivo i civili si sgozzavano o si sventravano a vicenda, finché l'ultimo si gettava nel vuoto o riceveva un colpo di rivoltella nella nuca per mano di un soldato… Alcuni americani cercarono di intervenire, ma giunsero troppo tardi… riuscirono a salvare soltanto pochi bambini in tenera età… Il 10 luglio tutto era finito."[28]

L'episodio che non potette essere semplicemente ascritto a follia collettiva, soprattutto alla luce di quanto ancora gli americani avrebbero dovuto vedere a ogni successiva sconfitta giapponese, convinse che sperare in una resa ragionevole del Giappone era pura illusione.

28 Da B. MILLOT, *La guerra…*, cit., p. 696.

In alto: *i corpi dei civili che si suicidarono a Saipan, gettandosi dalle scogliere.*
A lato e nella pagina a fianco: *i marines prestano i primi soccorsi ai bambini scampati alla follia collettiva del suicidio di massa.*

Hiroshima, poche ore dopo l'esplosione atomica

Obiettivo elettivo del primo bombardamento atomico fu la città di Hiroshima, raggiunta il 6 agosto alle ore 8.15 da un B 29, ribattezzato dall'equipaggio Enola Gay, scortato da altri due simili dopo un volo di 6 ore. Pochi istanti dopo l'abbagliante lampo azzurrino, prodotto dall'esplosione dell'ordigno, illuminò ogni angolo dell'abitato, devastandolo. Ebbe così inizio l'atroce calvario di centinaia di migliaia dei suoi abitanti, in apparenza scampati alla morte a differenza di circa 70.000 periti: ma si trattò solo di un tragico rinvio, di un'agonia più orrenda e senza speranze.[29]

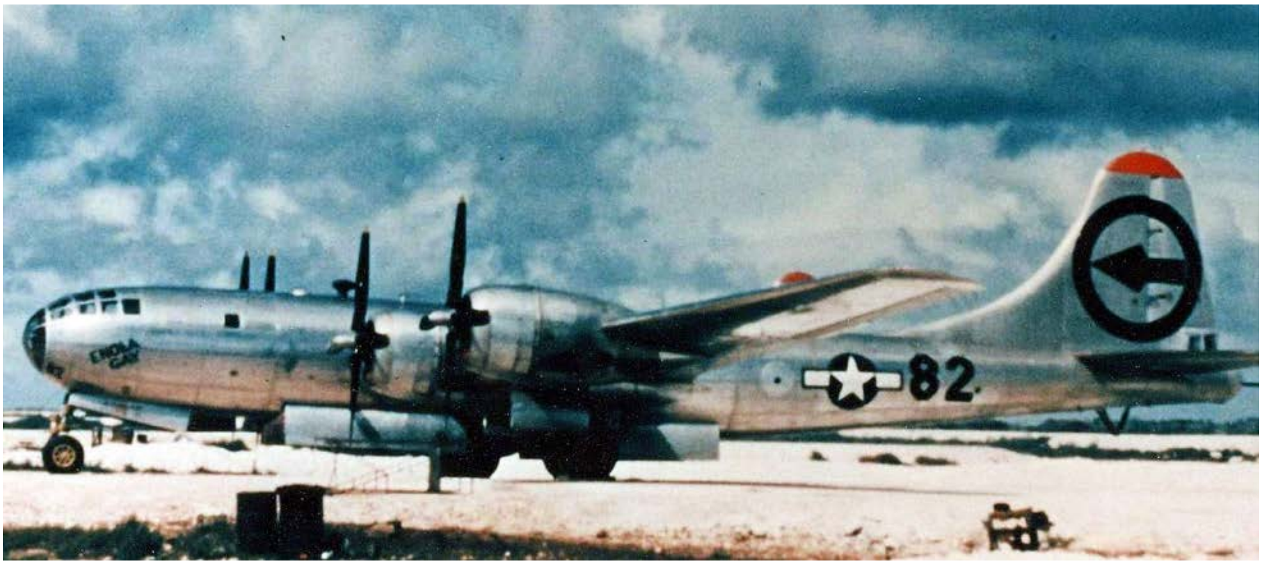
"Mi chiamo Akihiro Takarashi. In rappresentanza dei sopravvissuti al bombardamento di Hiroshima, sento un forte senso di responsabilità nel raccontarvi la mia esperienza a riguardo durante questa conferenza contro l'Uranio Impoverito. Nonostante tutto il tempo che é passato, e nonostante tante altre cose siano successe, la devastazione causata dalla bomba atomica è scolpita nella mia memoria. Il 6 Agosto 1945, alle 8 e 15, la prima bomba atomica esplose su Hiroshima. Avevo 14 anni ed ero uno studente del secondo anno della scuola superiore. Mi trovavo nel campo da gioco della scuola a circa 1,4 chilometri dall'ipocentro, il punto dell'esplosione della bomba.

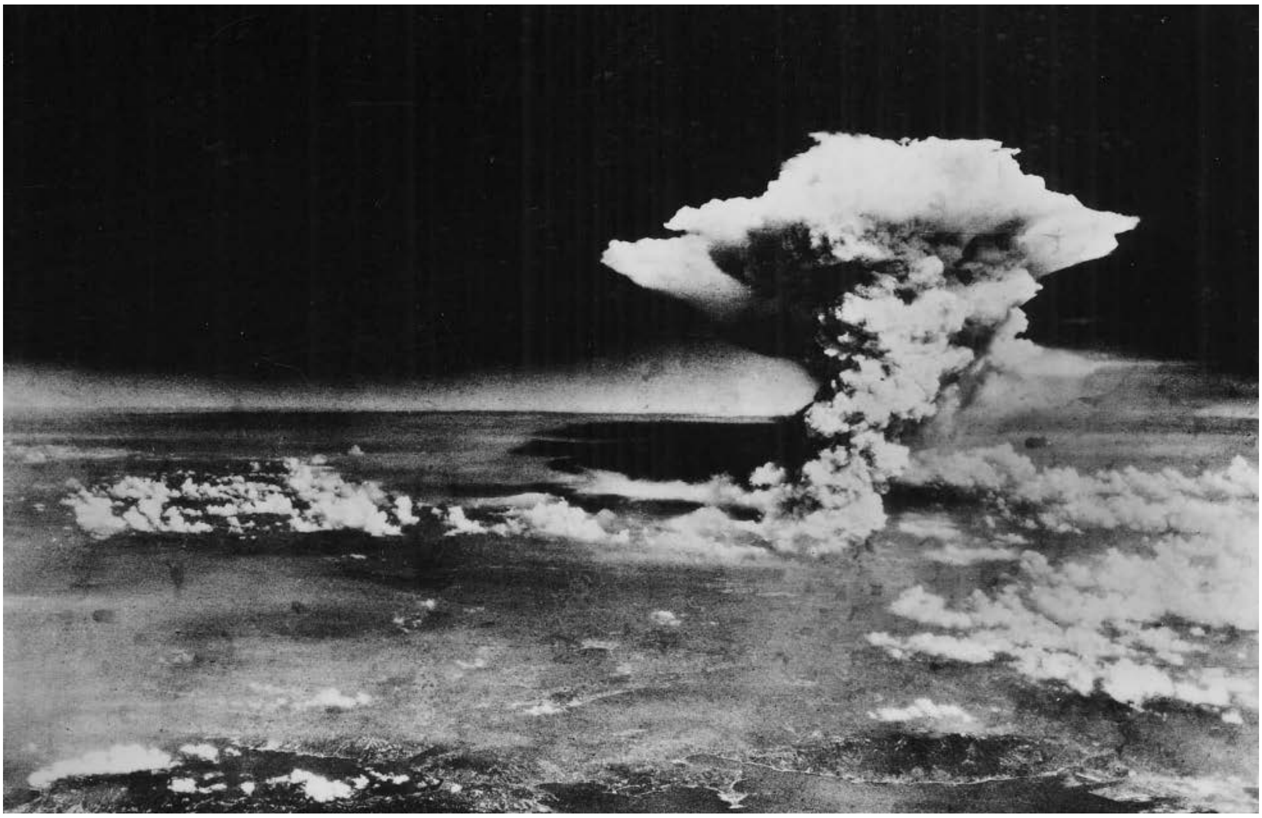
L'effetto complessivo provocato dal calore, dall'esplosione e dalle radiazioni della bomba atomica sono qualcosa che va oltre ogni immaginazione. Quasi tutta la città fu bruciata e rasa al suolo e la maggior parte della popolazione che ci viveva fu uccisa. Posso solo dire che un tale indiscriminato bombardamento fu di un'atrocità diabolica e immorale. Secondo coloro che sganciarono la bomba, la completa distruzione di città e il massacro di civili innocenti e disarmati era un'azione giustificata per vincere la guerra…

In Hiroshima, il cielo era perfettamente azzurro quel mattino. Sentendoci tranquilli, osservammo il B29 mentre volava sopra le nostre teste lasciando una bella scia bianca. A un certo punto il nostro insegnante corse fuori dalla stanza dei docenti gridando "Attenzione!". Fu in quel momento che avvenne la tragedia...

29 Le righe che seguono sono tratte dal diario di Akihiro Takahashi Hibakusha, sopravvissuto alla bomba atomica, ex-direttore del *Peace Memorial Museum di Hiroshima*, *Testimonianza di un sopravvissuto alla bomba atomica, 6 agosto 2006*. Tradotto da F. Iannuzzelli per *www.peacelink.it*

In basso: *il B-29 Enola Gay.*
A lato: *ricostruzione della bomba atomica sganciata su Hiroshima "Fat Boy".*
Nella pagina a fianco: *l'esplosione atomica di Hiroshima e la devastazione conseguente.*





La pelle si era staccata dalla mia testa e lungo la mia schiena, fino alle braccia, alle mani e alle gambe. Potevo vedere la mia carne viva, rossa, esposta, con solo alcuni brandelli di pelle rimasti, bruciati dai raggi di calore… Un gran numero di sopravvissuti stava scappando in tutte le direzioni. Tenevano le braccia dritte davanti a loro, mentre la pelle bruciata penzolava dalle loro dita. Le loro vesti erano

tutte stracciate. Alcuni erano praticamente nudi, con la pelle assente e la carne viva a vista. Tutti scappavano, trascinandosi a piedi nudi, ciondolando. Sembrava una processione di fantasmi. Molti nella processione erano gravemente feriti. Un ragazzo era ricoperto di frammenti di vetro dalla cintola in su, probabilmente si trattava di frammenti di una finestra frantumata dall'esplosione. Potevo vedere alcuni di questi frammenti anche nel mio corpo, in diversi punti, dal torace alle braccia. Una donna era coperta di sangue con un occhio che penzolava. Anche questo a causa dell'esplosione. Un uomo sulla sinistra era ustionato così gravemente che la pelle della sua schiena era completamente lacerata e mostrava la carne viva bruciata. C'erano molti corpi morti. Tra di loro vidi una donna ridotta in condizioni indescrivibili. I suoi organi interni era sparsi per terra. Anche questo era dovuto all'esplosione. Vidi anche un bimbo che giaceva a fianco di una donna, probabilmente sua madre. Ambedue avevano delle ustioni molto gravi e la maggior parte della pelle mancava. Il bimbo emetteva un lamento acuto, era ancora vivo…

Ero circondato da cadaveri galleggianti nel fiume. Sembrava l'inferno. Migliaia di persone stavano immergendo i loro corpi come me, ma molti morivano ed erano trasportati via dalla corrente del fiume. Subito dopo uscii dall'acqua e andai a una postazione di soccorso arrivata lì dalle montagne. Fui velocemente medicato e mi riposai. Molte vittime del bombardamento aspettavano in coda per una medicazione… Una volta giunto a casa, mia madre mi spogliò tagliandomi i miei vestiti con le forbici, in modo da evitarmi il dolore che avrei provato nel togliermeli, sfregandoli contro le ferite aperte. Mi vestì con uno nuovo yukata, una specie di kimono dal cotone più sottile… Le mie ustioni furono sottoposte a medicazione per un anno e mezzo. Fortunatamente uno dei nostri conoscenti era un medico e faceva visita due volte al giorno, la mattino e la sera…

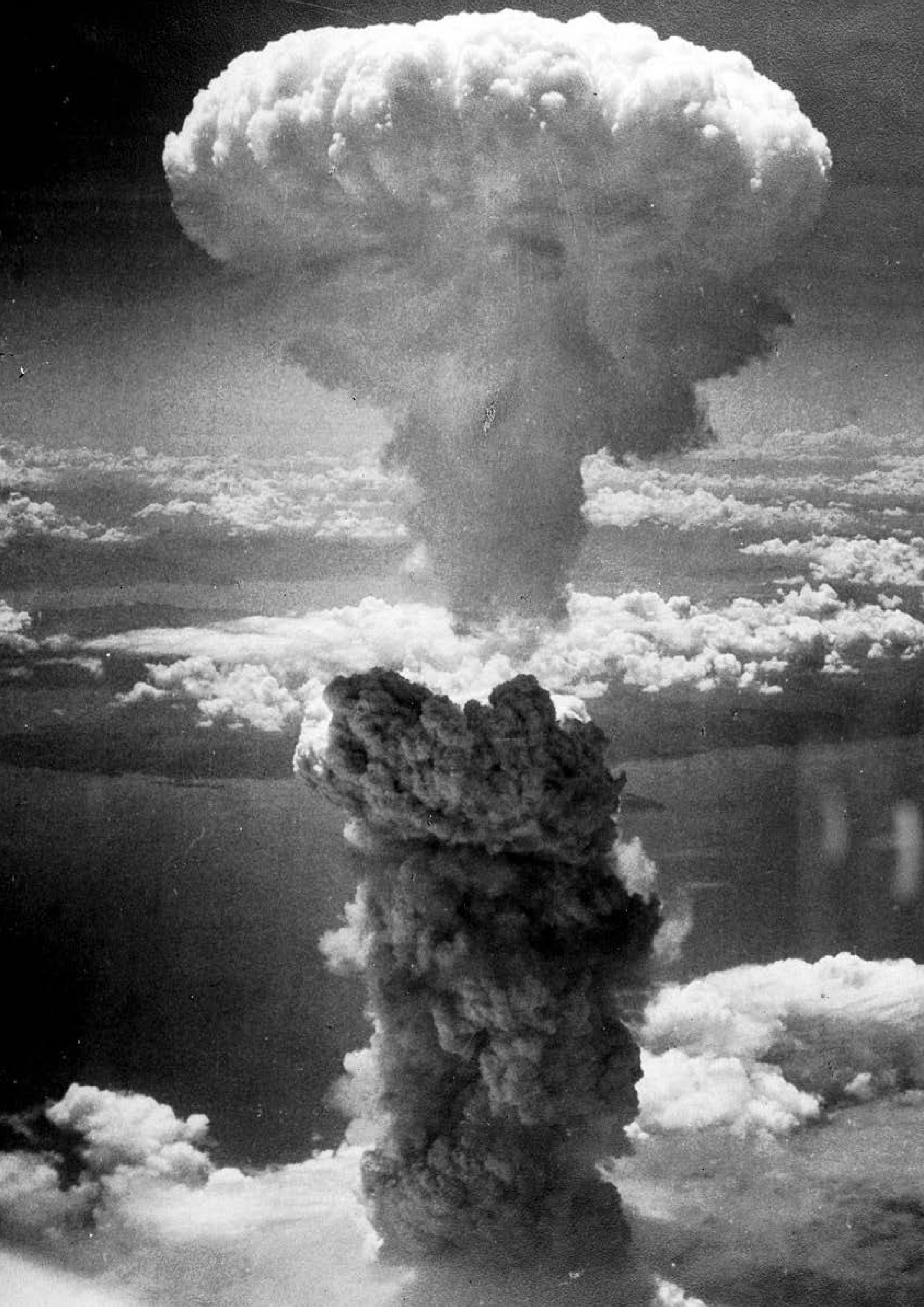
Le cicatrici delle ustioni sono rimaste in molte parti del mio corpo. Fra queste, le ustioni sulla mia mano e sul braccio destro erano così gravi che dal gomito destro alle dita la pelle era caduta ed era visibile la carne viva. Il mio gomito è stato quindi bloccato a un angolo di 120° gradi e da allora non posso più muoverlo. Le

dita della mano destra, a parte il pollice, sono rimaste piegate e non posso muoverle. Devo affrontare numerose difficoltà per via di questi impedimenti. Quattro delle mie dita non si muovono. Ho cheloidi sul mio polso. Di solito un'ustione guarisce in circa un mese. Quando le mie guarirono, grosse quantità di pelle si accumularono sulla cicatrice e ho dovuto rimuovere chirurgicamente numerosi cheloidi…

Perché gli Stati Uniti uccisero senza pietà 7200 studenti innocenti? Ancora sento una punta di odio verso gli Stati Uniti. Però l'odio non distrugge mai l'odio. Là dove c'é odio, non possiamo avere pace. Per quanto sia doloroso, dobbiamo superare i nostri sentimenti di odio… E fino al nostro ultimo respiro continueremo tenacemente a lanciare appelli e azioni contro le guerre e per l'abolizione delle armi nucleari… Grazie per la vostra attenzione. Grazie."[30]

30 Ibidem.

Nella pagina a fianco: *ciò che restava di Hiroshima qualche giorno dopo l'esplosione atomica.*
Sopra ed a fianco: *i sopravvissuti e le mutazioni genetiche.*



Nagasaki, pochi giorni dopo l’esplosione

Alle ore 03.49 del 9 agosto un secondo B 29 apparve nel cielo della città di Nagasaki, per sua disgrazia scelta come secondo obiettivo del bombardamento atomico: pochi istanti dopo anche qui si vide il lampo azzurrino, seguito dalla morte di decine di migliaia di abitanti e dallo strazio di altre centinaia di migliaia nei giorni, mesi ed anni seguenti.[31]

“*11 agosto. Sono trascorsi due giorni da quando è esplosa la grande bomba e ancora non sono riuscito a spiegarmi perché la gente continui a morire. Molti non hanno lesioni visibili, ma tutti presentano gli stessi sintomi: sangue dalle gengive, perdita dell’appetito, febbre, stanchezza, caduta dei capelli, diarrea sanguinolenta. Infine la morte. In che modo agisce lo strano, invisibile assassino che si aggira tra di noi?...*

1 settembre. Sono successe molte cose nelle ultime tre settimane. Il 15 agosto il Giappone si è arreso; il giorno dopo è morto mio figlio. Caro povero Seiichi, con un padre tanto ignorante che non ha saputo dire a tua madre di che cosa sei morto! Il 18 agosto sono sbarcate le truppe americane, seguite da squadre di medici e scienziati. Per la prima volta abbiamo sentito il nome dell’assassino invisibile e abbiamo saputo che distrugge le cellule del sangue: radiazione atomica. Era una bomba atomica, infatti, la bomba sganciata su Nagasaaki; un’orrenda nuova arma con la quale l’uomo può distruggere se stesso proprio nel modo in cui siamo stati distrutti noi… ”[32]

Nelle stesse ultime settimane di agosto molte persone affrontarono il medesimo calvario del professor Risuke Shirabe che assistette impotente alla morte del figlio. Molte altre non seppero più nulla dei loro cari, forse volatilizzati lasciando soltanto, come a Hiroshima, delle orrende ombre sui muri. In migliaia infatti: “morirono nei giorni seguenti quel tremendo giovedì, minati dal terribile male e ridotti in condizioni tali da non preoccuparsi più nemmeno della propria sorte. Le cremazioni si succedevano senza tregua, giorno e notte. Ci fu chi sopravvisse per morire misteriosamente tre o quattro settimane più tar-

Nella pagina a fianco: *l’esplosione della seconda bomba atomica sulla città di Nagasaki.*
In alto: *il secondo ordigno nucleare, soprannominato dagli americani “Fat Man”.*
Sopra: *le ombre rimaste su muri e lungo le strade, dovute alla diversa esposizione all’enorme ed istantanea temperatura generata dall’esplosione.*

31 Le righe che seguono sono tratte dal diario del professor Risuke Shirabe, già direttore dell’Istituto di Medicina di Nagasaki, a loro volta facenti parte del suo libro *La mia esperienza e danni,* 1986.

32 Ibidem.

di. Ci fu chi aveva perso ogni speranza per se o per i propri cari, e poi ebbe la gioia di un'inspiegabile guarigione. Altri invece dovettero constatare, mesi o anni dopo, di aver avuto soltanto una dilazione per pagare il proprio debito alla morte. Chi riscuoteva il debito era in genere la leucemia."[33]

Proprio per cercare di comprendere meglio quali fossero gli effetti della nuova bomba sull'uomo lo stesso professor Raisuke Shrabe avviò un'indagine clinica, con i pochissimi mezzi a sua disposizione, senza dubbio la prima in assoluto del genere, avvalendosi di un nutrito campione di persone. Così il prezioso documento:

"*Al fine di valutare i tassi di mortalità per distanza dall'ipocentro, sono stati studiati un totale di 1.052 morti in 23 sedi… I risultati hanno rivelato un tasso di mortalità di quasi il 100% entro un raggio di un chilometro dall'ipocentro, anche se il Medical College Hospital ha mostrato un tasso decisamente basso perché conteneva i soli edifici di cemento nella zona. Aburagi-machi e Mezame-machi hanno mostrato tassi bassi perché erano protetti da colline, mentre Takao-machi e Yano-machi ha mostrato un alto tasso causa della loro posizione sulle colline direttamente affacciate sull'ipocentro.*

b. Per quanto riguarda l'incidenza maschio/femmina sulla mortalità, il tasso dei maschi è stato in genere superiore a quello delle femmine. La ragione di questo non è probabilmente una differente capacità di resistenza, ma piuttosto la maggiore esposizione dei maschi che lavoravano all'aperto al momento del bombardamento rispetto alle donne che lavoravano all'interno di edifici.

c. Per quanto riguarda la percentuale di mortalità per l'esposizione all'interno o all'esterno di edifici, il tasso per le persone al momento dell'esplosione esposte all'aria aperta è stato del 70% naturalmente molto superiore a quella delle persone all'interno del 47%. Per le case di legno in un raggio di un chilometro dall'ipocentro, tuttavia, c'era poca differenza, all'aperto 100%; in casa 97%.

d. Per quanto riguarda la percentuale di mortalità in base all'età, il tasso per le persone fino ai 10 anni di età è stato del 56%, e per quelle dai 60 anni in poi del 57%; tassi entrambi molto più alti delle persone comprese fra i 30 ed i 50 anni, pari al 36%. Differenza forse imputabile alla minore capacità di resistenza nei bambini piccoli e negli anziani.

e. Di seguito sono riportate le percentuali relative alla mortalità per tipo di lesione, che sono state del 60% per le ustioni, del 44% per ferite esterne, e del 18% per le persone senza alcuna ferita. Entro un chilometro dall'ipocentro, tuttavia, i tassi erano 96,7% per le ustioni, il 96,9% per ferite esterne, e il 94,1% per le persone senza ferite.

Poca, quindi la differenza fra le tre tipologie di cause per le persone uccise entro il raggio di un chilometro.

2. Tempi di sopravvivenza delle vittime della bomba atomica

Abbiamo condotto un sondaggio sui tempi di sopravvivenza di 797 vittime della bomba atomica morte nelle case a Nagasaki City, nell'Omura Naval Hospital, nel Kawatana Kyosaikai Hospital, nella scuola primaria Togitsu, nel Tempio Togitsu Mangyoji e in altre siti ancora. Come risultato abbiamo notato una differenza dei tempi di sopravvivenza delle vittime colpite a grande distanza (Omura, Kawatana, ecc) e quelli delle vittime colpite a breve distanza (case nella città di Nagasaki, etc.). Tra queste ultime, il tasso di mortalità mostra un piccolo

33 Da F. W. CHINNOCK, *Nagasaki: la bomba dimenticata*, trad. M. L. Bonfanti, Verona, 1970, p. 258.

incremento il 10 agosto e picchi il 16 agosto. Tra le persone colpite a grande distanza, inoltre, i picchi registrati tra il 10 e l'11 agosto diminuiscono, con un solo ulteriore modesto incremento intorno al 16 agosto. Questo risultato indica che il riposo dopo esposizione al bombardamento ha svolto un ruolo molto importante per la sopravvivenza delle vittime.

Sopra: *il prof. Takashi Paolo Nagai in una rara foto a colori. Medico esperto in radiologia, presso l'ospedale di Nagasaki, al momento del bombardamento era in servizio. Nonostante una profonda ferita alla tempia, la cui fasciatura si scorge nella foto, sopravvisse e si dedicò per mesi alla cura dei superstiti, redigendo un interessante studio. Si convertì al cattolicesimo e visse in una capanna costruita coi resti della sua abitazione. Morì di leucemia qualche anno più tardi.*
Nella pagina a fianco: *vittima della seconda esplosione atomica.*

3. Danni causati dallo spostamento d'aria

Lo spostamento d'aria dell'esplosione generata dalla bomba atomica sfida ogni descrizione. Era così potente che ha causato scosse come un terremoto, svellendo case e sradicando interi tronchi di alberi. La grande ciminiera del College Hospital Medical è rimasta piegata e la pietra spessa un metro posta presso il cancello dell'ingresso anteriore è appoggiata con un angolo di 30° gradi rispetto all'ipocentro… Nella città le torri che sostenevano i serbatoi petroliferi e le nervature di ferro delle fabbriche giacevano schiacciate contro il terreno, con i pilastri e le travi di ferro contorti come fili di caramello…

Le ferite esterne causate al corpo umano dallo spostamento d'aria dell'esplosione sono state tutte lesioni secondarie provocate dai detriti, soprattutto nel 60% dei casi da schegge di vetro in volo. Alcune persone hanno sofferto centinaia di tagli dalle schegge più piccole, altre hanno perso la mobilità degli arti quando le più grandi gli hanno reciso importanti nervi. In alcuni casi, inoltre, persino schegge di canne sono penetrate nel cranio, fino a raggiungere il cervello. Le più frequenti ferite esterne erano nel 20% dei casi dei lividi e nel 12% delle contusioni. Sebbene le fratture fossero rare, appena il 2%, alcune vittime hanno subito la paralisi.

4. Lesioni causate dai raggi termici

Le ustioni provocate dall'esposizione al bombardamento atomico differivano notevolmente dalle ustioni ordinarie poiché coinvolgevano grandi porzioni del corpo. Almeno la metà delle persone esposte all'esplosione aveva riportato ustioni profonde su più del 50% del corpo. In molti casi, gli strati esterni della pelle si staccavano come carta e pendevano dagli arti al pari di brandelli di abbigliamento. Un'altra caratteristica delle bruciature prodotte dalla bomba atomica é che le vittime non avevano alcuna sensazione del calore che li aveva colpite al momento dell'esposizione. Ciò è dovuto alla temperatura estremamente alta e la breve durata del lampo di calore, che si dice appena di una frazione di secondo. Ancora un'altra caratteristica è il tessuto cicatriziale cheloide formatosi su quasi tutte le ustioni inflitte dalla bomba atomica… Fortunatamente, hanno mostrato una tendenza a diminuire con il passare del tempo…

Tra i superstiti della seconda esplosione atomica, diversi riportarono ferite causate dall'esposizione a raggi termici.

5. Le malattie provocate dal bombardamento atomico

… I tessuti più vulnerabili alle radiazioni includono le cellule del sangue, midollo osseo, cellule germinali, ghiandole sessuali, ghiandole endocrine e della mucosa. Le diminuzioni della conta dei globuli bianchi, anemia e sangue nelle feci sono anche dovute all'esposizione a radiazioni. I sintomi principali della sindrome da bomba atomica comprendono: nausea, diarrea, febbre, emorragie interne, epilazione e infiammazione delle mucose orali. Altri sintomi simili come mal di testa, vertigini, disturbi della coscienza e dolore addominale sono stati osservati, ma i sintomi primari erano più frequenti nelle persone destinate a morire… Il grafico seguente mostra l'incidenza di ogni sintomo:

Sintomo	***Sopravvissuti***	***Casi di mortalità***
Nausea	*15,0%*	*51,6%*
Diarrea	*33,3%*	*67,6%*
Febbre	*21,5%*	*80.0%*
Emorragia	*14,7%*	*48,6%*
Infiam. della mucosa orale	*17,8%*	*43,6%*
Epilazione	*11,8%*	*29,1%*
Mal di testa	*20,4%*	*39,0%*
Vertigini	*10,5%*	*21,3%*
Disturbo Coscienza	*6,6%*	*21,0%*
Dolore addominale	*10,8%*	*26,1%*

La nausea tendeva a verificarsi immediatamente dopo l'esposizione al bombardamento atomico o, al più tardi, entro il giorno successivo. È ovvio che le radiazioni avevano esercitato una notevole influenza sulla comparsa del sintomo. La diarrea è stata osservata nella maggior parte delle vittime dal giorno del bombardamento a meno di una settimana dopo. Quanto prima compariva la diarrea, tanto peggiore era la prognosi. Nei casi più gravi, le feci erano acquose e assomigliavano a quelle della dissenteria, non di rado macchiate di sangue, nel 25% dei casi. La febbre tendeva a verificarsi contemporaneamente con diarrea durante un periodo di una settimana dopo l'esplosione. La temperatura corporea di solito saliva a più di 40 ° C. Come sottolineato dal dottor Tsuno'o mentre giaceva sul letto di morte, la febbre è rimasta elevata a causa di danni alle ghiandole sudoripare e la conseguente perdita della capacità di sudare. Questo è stato osservato spesso anche tra persone illese il 71,6%, il che dimostra che non era indotta da ferite esterne, ustioni o la diarrea, ma per effetto di esposizione alle radiazioni.

L'emorragia era un altro sintomo specifico della bomba atomica. La sua forma più frequente era un sanguinamento sottocutaneo con conseguenti macchie viola nel 45,1% dei casi, seguita da feci sanguinolente nel 33,3% dei casi, dal sanguinamento delle

gengive nel 27,8%, di sangue dal naso nel 20,4% e da ematemesi nel 18,5%. Sono stati osservati anche ematuria nel 9,3% dei colpiti, emottisi nell'8,6% ed emorragia della congiuntivite nel 4,3%. La prognosi era infausta quando un'emorragia grave si verificava subito dopo l'esplosione. L'infiammazione della mucosa orale e delle gengive, tonsille e faringe, era accompagnata da difficoltà di deglutizione e dolore quando il cibo raggiungeva le zone colpite. In casi gravi, l'infiammazione era pure causata dalla disintegrazione dei tessuti della guancia. Questo sintomo è stato osservato frequentemente tra i casi di mortalità. L'epilazione era un altro sintomo importante. I capelli delle persone esposte cadevano come avverrebbe in un paziente esposto ad alte dosi di raggi X. Alcune vittime hanno sofferto la perdita completa di capelli. L'epilazione era particolarmente pietosa nelle donne giovani, ma per fortuna non c'era alcuna correlazione diretta con la morte, e la maggior parte di loro sopravvisse e oggi hanno la testa piena di capelli. L'epilazione era relativamente infrequente nei casi di mortalità perché tendeva a verificarsi due o tre settimane dopo l'esplosione quando le persone più gravemente ferite erano già morte.

6. Effetti tardivi della bomba atomica

I sintomi dei sopravvissuti alla bomba atomica sembrarono placarsi tre o quattro mesi dopo il bombardamento o intorno alla fine del 1945. In seguito, tuttavia, una serie di effetti tardivi cominciarono ad apparire. I tre disturbi seguenti sono stati i più cospicui:

1) cicatrici cheloidi. Questa malattia è *un tipo di tumore caratterizzato per soffiatura di tessuto cicatriziale sulle ustioni e altre lesioni esterne. Le cicatrici cheloidi erano di colore rosso scuro, duro come la gomma e accompagnati da prurito… Cicatrici cheloidi formati in oltre il 70% dei sopravvissuti alla bomba atomica che hanno sofferto ustioni e il 20% dei sopravvissuti… sono state indicate come "cheloidi da bomba atomica" e sono diventati un argomento di grande preoccupazione durante il dopoguerra… Come accennato in precedenza, cicatrici cheloidi si formano come risultato di un ribaltamento del sistema endocrino… le cicatrici cheloidi si sono formate in seguito a un danno temporaneo alle ghiandole endocrine -in particolare le ghiandole paratiroidee- causato dall'esposizione alle radiazioni…*

2) cataratta. La cataratta è una malattia oculare caratterizzata da un deterioramento della vista a causa di opacità del cristallino o della sua capsula, spesso evidente negli anziani (cataratta senile), ma si è verificato in un gran numero di sopravvissuti alla bomba atomica e quindi è stata interpretata come "cataratta da bomba atomica" Fortunatamente, però, il suo progresso è stato lento nei sopravvissuti…

3) leucemia. La leucemia è una malattia maligna praticamente incurabile caratterizzata da un aumento anomalo dei globuli bianchi. Un'alta incidenza della malattia è stata osservata nei sopravvissuti alla bomba atomica, in particolare tra quelli esposti all'esplosione a distanza ravvicinata… Attualmente, ci sono pochissimi casi di leucemia. Questo è un conforto per i sopravvissuti, ma è ancora troppo presto per escludere qualsiasi ulteriore insorgenza della malattia.

4) altro. Altre malattie che si verificano nei sopravvissuti alla bomba atomica includono malattie del sangue come l'anemia aplastica, malattie del fegato, il cancro del polmone, le malattie del sistema endocrino, malattie del midollo osseo e tumori maligni del midollo osseo. Come la leucemia, queste malattie sono trattate attraverso il finanziamento medico nazionale per i sopravvissuti alla bomba atomica…

Epilogo

Sono nato il 5 maggio 1899 da una famiglia povera che vive in una zona rurale di Prefettura di Fukuoka, Isola di Kyushu. Con l'aiuto di uno zio e il proprietario di una miniera locale, sono stato in grado di laurearmi al corso di medicina all'Università Imperiale di Tokyo e di diventare… professore del primo reparto di chirurgia presso Nagasaki Medical College. Incarico che ho tenuto per 23 anni [e] *ora, ho la fortuna… di salutare il mio 87 ° compleanno. Nel corso di questa vita, tuttavia, era il mio destino a sperimentare la sconfitta del Giappone nella Seconda Guerra Mondiale e la tragedia del bombardamento atomico di Nagasaki. L'essere sopravvissuto al bombardamento mi ha imposto di condurre una ricerca sugli effetti della bomba atomica sugli altri sopravvissuti… Ho deciso di scrivere una versione abbreviata delle mie esperienze e una descrizione dei danni causati dal bombardamento atomico come un riferimento per i giovani che non hanno avuto contatti con queste informazioni… Quest'anno (1986) è stato designato dalle Nazioni Unite della Pace Internazionale…* [ma] *la pace non può essere raggiunta senza l'abolizione delle armi nucleari.*

Come un superstite del bombardamento atomico di Nagasaki, voglio gridare questo appello al mondo con tutta la voce che ho."[34]

Le asimmetrie dei vincitori

Stati Uniti e Unione Sovietica uscirono vincitori dalla guerra contro la Germania nazista, ma le rispettive condizioni socio-economiche erano tutt'altro che similari. Delle due superpotenze, che tali ormai erano diventate, la prima al di là delle perdite umane, peraltro non particolarmente numerose al termine del conflitto, vantava una economia in forte sviluppo con un prodotto interno raddoppiato rispetto agli inizi e, soprattutto, nessun danno al suo territorio. Non così la seconda che alle immani distruzioni univa una ventina di milioni di vittime, tra civili e militari, e peggio ancora ostentava un apparato produttivo giubilato e prossimo al collasso. La disponibilità della bomba atomica lungi dal semplificare la questione innescò, invece, una sorta di corsa al riarmo sovietico e determinò l'esigenza di stabilire nuovi assetti planetari secondo quella sorta di bipolarismo asimmetrico. Certamente l'Unione Sovietica era una potenza militare ma non lo era altrettanto economica e le sue arretratezze tecnologiche contribuivano a farla ritenere di serie B, rispetto alla superiorità degli Stati Uniti.

Inevitabile l'instaurarsi di una reciproca diffidenza: gli americani vedevano nei sovietici la componente più aggressiva del comunismo e, viceversa, quest'ultimi vedevano in loro la componente più aggressiva del capitalismo. In assoluto quei simmetrici sospetti non erano una novità nata alla fine del conflitto, individuandosi sia pure in forme larvate al suo inizio, ma riproponendosi dopo essere stati accantonati per battere il comune nemico, ne erano semplicemente il logico sviluppo. A peggiorare la situazione contribuì l'improvvisa cessazione degli aiuti statunitensi all'Unione Sovietica al termine della guerra, interruzione interpretata come un ulteriore riscontro dell'ambizione assolutistica americana, sebbene altro non fosse che la inevitabile applicazione della legge 'Affitti e Prestiti' che li aveva prodotti.

Le diffidenze e le reciproche astuzie trovarono una sorta di verifica nella Conferenza di Yalta (v. 1° Allegato), tenutasi dal 4 all'11 febbraio del 1945. In essa fu affrontato il problema dei Paesi liberati da nazisti ed occupati dall'Armata Rossa, per cui onde aggirare le prevedibili resistenze sovietiche l'Occidente si accontentò di una generica promessa di libere elezioni da tenersi in quegli Stati al termine del conflitto, con l'instaurazione di una non meglio precisata democrazia. L'avvicendamento di Truman alla presidenza degli Stati Uniti, il 12 aprile del 1945, dopo la morte di Roosevelt, determinò un irrigidirsi delle posizioni americane di fronte alla politica sovietica del fatto compiuto, che tanto impressionò soprattutto dopo la constatazione del come era stata gestita l'amministrazione della Romania e di come si accingeva a fare con la Polonia.

Dopo la resa della Germania, le diffidenze si incrementarono ancora, e si manifestarono in pieno nella Conferenza di Postdam (v. 2° allegato a fine volume) tenutasi dal 17 luglio al 2 agosto del 1945.

34 Da libro di Risuke Shirabe, *Ishi-no-Shogen Nagasaki-Genbaku-taiken* (Testimonianza di un Medico - L'esperienza del bombardamento di Nagasaki Atomic), 5 maggio 1986.

La situazione si confermò subito molto tesa, tanto più che l'intransigenza americana ormai insisteva sul possesso della bomba atomica, fatta esplodere volutamente il giorno prima della conferenza. Non a caso molti storici ritengono che l'impiego delle prime due bombe atomiche contro il Giappone ormai agonizzante fosse piuttosto un avvertimento e una dimostrazione di forza contro l'infido alleato. Di certo la conferenza si chiuse con un peggioramento dei rapporti, che diede origine l'anno seguente a una netta ostilità fra le due superpotenze, interpretata come la vera origine della guerra fredda.

Una plateale dimostrazione dello scadimento delle relazioni si ebbe nel 1948 quando i sovietici, per reagire alle iniziative politico-amministrative di Gran Bretagna e Stati Uniti tese alla ripresa economica della Germania nell'ambito del Piano Marshall, bloccarono il 24 luglio, in spregio di qualsiasi trattato, ogni accesso a Berlino isolandola. Nelle città tedesche, nel frattempo, uomini e soprattutto donne, in seguito ricordate come *trümmerfrauen*, signore delle macerie[35], con spossanti fatiche recuperavano

Sopra, in basso e nella pagina seguente: *squadre di trümmerfrauen, signore delle macerie, grazie alle quali fu possibile, con spossanti fatiche, iniziare la ricostruzione delle città tedesche.*
Nella pagina a fianco: *Churchill, Roosevelt e Stalin a Yalta nel 1945.*

dai cumuli di rovine i materiali ancora utili per riattare le abitazioni meno danneggiate. Scartato per intuibili ragioni qualsiasi tentativo di forzare il blocco con convogli via terra, agli alleati occidentali pur di non abbandonare la città non rimase altra possibilità che tentarne immediatamente il rifornimento aereo.

I Rosinenbomber

Il 25 giugno, il giorno dopo l'inizio del blocco, venne istituito un enorme ponte aereo che si protrarrà per ben 462 giorni: numerose centinaia di aeroplani, ribattezzati affettuosamente dalla popolazione

35 Tale ruolo mitico è stato di recente messo in discussione da L. TREBER, *Trümmerfrauen: Realität und Mythos*, nel quale "ha sostenuto infatti la tesi che la rimozione e il riciclaggio delle macerie negli anni del dopoguerra fu effettuato soprattutto grazie all'impiego di grandi macchine e di lavoratori professionisti del settore, nonché con il supporto di ditte specializzate che misero in campo manodopera qualificata. Le donne, che pure parteciparono, erano però da considerarsi non tanto delle volontarie, quanto delle *Bauhilfsarbeiterin*, delle operaie non qualificate, spesso obbligate da necessità economiche, o dalle stesse forze occupanti, a prestare un servizio che veniva comunque retribuito, seppur malamente. Inoltre, secondo la tesi della Treber, la loro partecipazione in termini numerici al processo di ricostruzione fu molto meno massiccia rispetto alla verità storica tramandata: a Berlino, appena 26 mila Trümmerfrauen su una popolazione femminile che si aggirava intorno al mezzo milione di unità, e a fronte di un 30% dei lavoratori uomini impiegati nello smistamento di macerie." Articolo apparso su *Il Mitte* quotidiano online del 27 maggio 2015.

di Berlino *Rosinenbomber* bombardieri d'uva passa, trasportarono una immensa quantità di provviste di tutti i tipi, da interi container pieni di viveri, al carbone, indispensabile per produrre elettricità e per un minimo di riscaldamento, dai medicinali ai piccoli pacchetti di caramelle lanciati con un minuscolo paracadute individuale per i bambini. Nei viaggi di rientro gli stessi aerei, forniti dagli Stati Uniti d'America, dal Regno Unito e dalla Francia ma ai comandi di equipaggi forniti anche dall'Australia, dal Sudafrica e dalla Nuova Zelanda, evacuarono sistematicamente malati e bambini, frustrando così l'aggravarsi della situazione nella città. In totale furono effettuati 278.228 voli, trasportando 2.326.406 tonnellate di cibo e altre forniture, tra cui 1.500.000 tonnellate di carbone, per riscaldamento e produzione di energia elettrica, dando così vita al più grande trasporto umanitario aereo della storia. All'apice dell'operazione atterravano a Berlino 1.398 voli ogni 24 ore, circa uno al minuto, scaricando 12.940 tonnellate di viveri, carbone e macchinari. Il controllo operativo dei tre corridoi aerei, attraverso i quali fluiva quell'incessante rifornimento, venne affidato al controllo del traffico aereo del BARTCC, nel settore americano di Berlino, presso l'aeroporto di Tempelhof.

Sopra: *un'immagine della propaganda antisovietica stigmatizza il blocco di Berlino.*
Sotto: *un sorvolo a bassa quota di un Rosinenbomber.*

L'operazione statunitense portò il nome in codice di *Operation Vittles*, mentre quella britannica venne chiamata *Fare Plain*. Nessuna delle due risultò esente da perdite: data l'elevata frequenza dei voli vi furono, infatti, vari incidenti con numerose vittime. Tra i più noti quello di Gatow, all'epoca aeroporto della RAF, dove il 5 aprile 1948 un *Vickers VC.1B Viking* britannico entrò in collisione con uno *Yakovlev Yak.3* che stava effettuando delle acrobazie, precipitando nella zona sovietica dopo essere entrato in vite. Non vi furono superstiti. I rapporti diplomatici e di mediazione furono affidati ad una organizzazione non ufficiale delle tre potenze, la *Berlin Air Safety Center,* con la quale stabilì un contatto anche una delegazione sovietica.

In data 12 maggio del 1949 l'Unione Sovietica, constatato il totale fallimento del blocco di Berlino come mezzo di ricatto, lo interruppe alla mezzanotte, ripristinando di nuovo tutti canali di rifornimento della città. Ma il ponte aereo continuò comunque fino al 30 settembre, volendo le democrazie occidentali costituire delle abbondanti scorte nella città per la malaugurata ipotesi tornassero sulla loro decisione.[36]

Un'altra bomba

Il 16 ottobre 1945 al conferimento di una pergamena attestante il ruolo sostenuto dai Laboratori di Los Alamos nel programma che portò alla realizzazione della bomba atomica, pochi mesi dopo la distruzione di Hiroshima e Nagasaki, il fisico Robert Oppenheimer non mancò di ringraziare quanti a qualsiasi titolo vi avevano collaborato ricordando però che:

Nella pagina a fianco: *alcune fasi del ponte aereo anglo-americano per l'approvvigionamento di Berlino, dopo il blocco imposto dall'Unione Sovietica.*
In questa pagina: *incidenti di aerei impegnati nell'operazione.*

"noi tutti speriamo che negli anni a venire potremmo contemplare con orgoglio questa pergamena, e tutto ciò che essa significa. Oggi, però, l'orgoglio va temperato con un pensiero profondamente inquietante. Se le bombe atomiche dovessero aggiungersi agli arsenali di un mondo in guerra, verrà il giorno in cui i nomi di Los Alamos e di Hiroshima saranno maledetti dall'umanità. I popoli della terra devono

36 Per approfondimenti in materia cfr. B. BONGIOVANNI, *Storia della guerra fredda*, Milano, 2009; J. L. GADDIS, *La guerra fredda, cinquant'anni di paura e speranza*, Milano, 2008; A. RICHIE, *Berlino, storia di una metropoli*, Milano, 2003.

unirsi o moriranno. Questo è quanto l'ultima guerra, devastando tanta parte del mondo, ha decretato. La bomba atomica ha fatto sì che queste parole siano oggi comprensibili a tutti gli uomini. Sono parole che già in altri tempi, altre guerre e altre armi hanno fatto pronunciare ad altri uomini. Non furono ascoltate. C'è chi, sviato da una concezione falsa della storia umana, sostiene che neanche oggi saranno ascoltate. Noi non dobbiamo crederlo. Quanto abbiamo fatto finora ci impegna, ci impone di lavorare per un mondo unito, di far fronte al pericolo comune, per la giustizia, per l'umanità."[37]

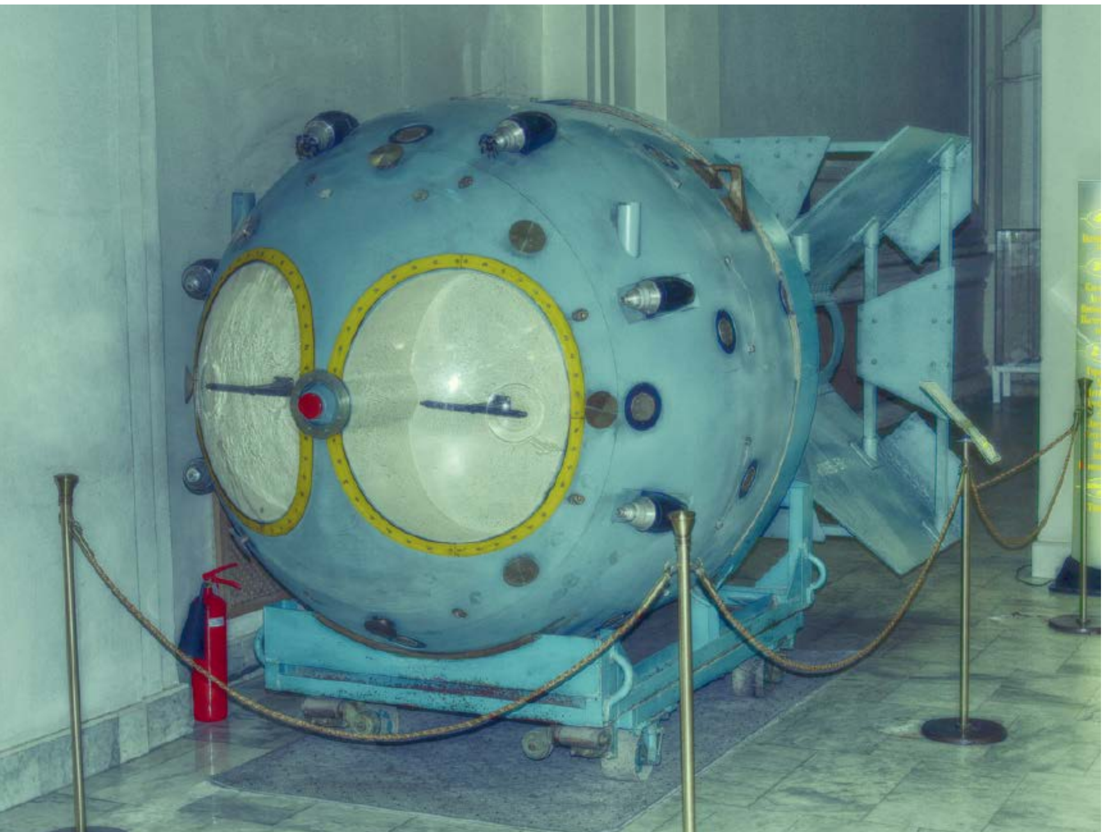
Ma trascorso breve tempo proprio a Los Alamos fu esaminata la concreta fattibilità di un'altra bomba di gran lunga più potente di quelle già utilizzate, e per giunta più economica e priva di limiti di potenza. Avrebbe dovuto funzionare invece che sulla fissione di atomi pesanti sulla fusione di leggeri, nella fattispecie di alcuni isotopi dell'idrogeno, da cui la definizione che riceverà di bomba all'idrogeno o bomba H. Non tutti gli scienziati presero sul serio l'ipotesi di fattibilità del nuovo ordigno né quanti vi credettero furono d'accordo nel metterlo in pratica, però come spesso accade gli eventi s'incaricarono di dirimere la questione. L'Unione Sovietica stava rimontando rapidamente il gap tecnologico nucleare, e gli studi per realizzare una bomba al plutonio del tipo di quella sganciata su Nagasaki erano ormai a buon punto. Tra le principali difficoltà che dovettero essere superate la principale fu connessa con l'acquisizione del materiale fissile necessario, dal momento che il primo reattore nucleare sovietico fu messo in funzione sul finire del '46, utilizzando allo scopo l'uranio confiscato alla Germania, destinato al programma nucleare nazista. Un aiuto significativo alle ricerche sovietiche venne dallo spionaggio su quanto gli Stati Uniti avevano realizzato e su quanto si accingevano a realizzare, notizie che valsero ad accelerare l'approntamento della loro bomba. Il test, denominato in codice dai sovietici 'Operazione prima luce', fu coronato da successo il 29 agosto 1949, con la fissione di una bomba al plutonio ponendo così fine al monopolio americano, con una grave ripercussione sulla sua opinione pubblica che si venne a sentire quasi inerme soprattutto nel 1951 quando fu pronta la prima atomica all'uranio dell'URSS.

Il giorno dopo il test sovietico, il 30 ottobre del '49, il rettore dell'Università di Harvard e consigliere insieme ad Oppenheimer del comitato consuntivo della *United States Atomic Energy Commision*, non curando eccessivamente la preoccupante informazione sentì il dovere di ribadire la sua contrarietà alla costruzione della superbomba, al momento non ancora meglio precisata, con queste parole:

"*...se le superbombe saranno in grado di funzionare, non ci saranno limiti tecnici alla potenza distruttiva che si potrà sviluppare. La superbomba può quindi diventare uno strumento di genocidio. La presenza di un'arma come questa nei nostri arsenali avrebbe profonde ripercussioni sull'opinione pubblica mondiale. In tutto il mondo, chiunque sia capace di ragionare si renderebbe conto che l'esistenza di un'arma di questo tipo, il cui potere distruttivo è praticamente illimitato, rappresenta un'intollerabile minaccia per il futuro del genere umano... Nella decisione di non procedere allo sviluppo della su-*

37 La citazione è tratta da D. FREEMAN, *Armi*..., cit. p. 33.

Sotto: *la RDS-1, la prima bomba atomica sovietica.*
Nella pagina a fianco: *il primo test atomico sovietico, nel 1949.*



perbomba, vediamo un'occasione unica di porre dei limiti, col nostro esempio, alla possibilità di guerra totale, riducendo così i timori dell'umanità e ravvivandone le speranze."[38]

Sebbene nessuno ancora sapesse con esattezza se e come funzionasse ed eventualmente che potenza avrebbe prodotto il nuovo ordigno, sul quale circolavano soltanto indiscrezioni di scarsa attendibilità, tutti ne immaginavano una capacità distruttiva ben superiore a quella già enorme della bomba atomica. E l'opposizione alla superbomba fu quasi unanime fra gli scienziati, a partire da Enrico Fermi, che si espressero in un documento al riguardo che così recitava:

"*Il fatto che non esistano limiti alla distruttività di quest'arma, rende la sua esistenza, e le conoscenze necessarie alla sua costruzione, un pericolo per l'umanità intera. Da qualunque punto di vista la si consideri non può che essere un male. Per questi motivi crediamo che il Presidente degli Stati Uniti debba dire agli americani e al mondo, che consideriamo sbagliato, in quanto contrario ai principi etici fondamentali, varare un programma di sviluppo per un' arma come questa.*"[39]

Non così, però, la pensava proprio il Presidente Truman, che infatti alcuni giorni dopo annunciò alla nazione che il progetto di sviluppo della bomba all'idrogeno sarebbe andato avanti: va tuttavia ricordato che quelle bombe almeno inizialmente ostentavano dimensioni mostruose, tali perciò da poter essere trasportate soltanto via mare fino a ridosso del bersaglio. L'eccessiva approssimazione rispetto al bersaglio, che comunque non stava in riva al mare, contribuirono sensibilmente a farne incrementare a dismisura la potenza per essere certi di infliggere devastazioni irreparabili e vaste al territorio nemico. Per meglio comprende il grado di follia a cui si giunse, basti pensare che venne ipotizzata la costruzione di bombe grandi come sommergibili, di alcuni *gigaton* di potenza, definite *gigaton mines*, bombe cioè di varie migliaia di *megaton*, precisazione che spiega a sufficienza perché le si riguardasse da parte dei più competenti come un incombente e tragico attentato alla sopravvivenza dell'intero genere umano.

38 Ibidem p. 47.
39 Ibidem p. 48.

Fortunatamente quest'ultima profezia si rivelò errata: le bombe, infatti, non solo non giunsero mai a quelle dimensioni ma ben presto iniziarono ad essere sempre più piccole e di limitata potenza, di gran lunga più modeste anche dei primi prototipi che vantavano, comunque, dimensioni enormi che iniziarono ad essere sperimentate a partire dal novembre del 1952. Nel frattempo si perfezionavano soprattutto per gittata e precisione nuovi missili, che finirono per essere adibiti al trasporto di quelle bombe a patto che fossero di dimensioni idonee: incrementandosi la precisione dei vettori si poteva in maniera inversamente proporzionale ridurre la potenza delle bombe, inizialmente necessaria per l'incertezza del bersaglio.

Circa le implicanze militari derivanti dalla disponibilità di bombe all'idrogeno, scriveva il feldmaresciallo B. Montgomery che:

"*...non è semplicemente una nuova arma con un maggior potere distruttivo. Esistono oggi vettori che possono trasportare una bomba a velocità sempre maggiori su un obiettivo situato in un qualsiasi punto del mondo e questa formidabile combinazione di potenza di fuoco e mobilità ha rivoluzionato l'arte militare. Nei tempi passati l'azione offensiva intesa a occupare o distruggere un obiettivo militare richiedeva diverse settimane mentre oggi una bomba H può fare lo stesso lavoro in una frazione di secondo. Naturalmente nessuna bomba H è stata mai lanciata in guerra, ma gli esperimenti hanno dimostrato la sua incredibile potenza. Il peso complessivo delle bombe lanciate dagli alleati durante il conflitto 1939-45, sia nel teatro di guerra europeo sia su quello del Pacifico, ammontava a circa tre milioni e mezzo di tonnellate: in termini nucleari questa cifra si traduce in 3.5 megaton, vale a dire meno del potere distruttivo di una bomba H o di un missile a testata nucleare di media potenza.*"[40]

40 La citazione è tratta da B. MONTGOMERY, *Storia...*, cit., p. 599.

Nella pagina a fianco: *in alto, la bomba termonucleare Mark-17 esposta nella Cold War Gallery nel National Museum of the U.S. Air Force, Dayton, Ohio; in basso, i due involucri delle bombe B28, recuperate a Palomares dopo l'incidente, in mostra al National Atomic Museum di Albuquerque.*

U.S.AIR FOR
MARK-17 THERMONUCLEAR BOMB

La corsa alla proliferazione atomica

Dopo meno di un anno, per l'esattezza nell'agosto del 1953, anche l'Unione Sovietica sperimentò la sua bomba H, nella cui realizzazione si era distinto Andrej Dmitrievic Sacharov, che diverrà in seguito uno dei massimi contestatori del regime. Ovviamente alle due superpotenze si accodarono, fra il 1957 ed il 1968, anche il Regno Unito, la Repubblica Popolare Cinese e la Francia

Se per raggiungere gli Stati Uniti, realizzando la prima bomba atomica, all'Unione Sovietica erano occorsi circa quattro anni, per disporre di quella H le bastò appena uno, dimostrando in tal mondo che il gap tecnologico nell'ambito degli armamenti fra le due superpotenze a quel punto si era praticamente annullato. Da quel momento il confronto, che fu la caratteristica distintiva della guerra fredda, si spostò sulla miniaturizzazione degli ordigni, sul loro numero e, soprattutto, sui vettori, in particolare sui missili, fermi fino ad allora alla V 2 di von Braun.

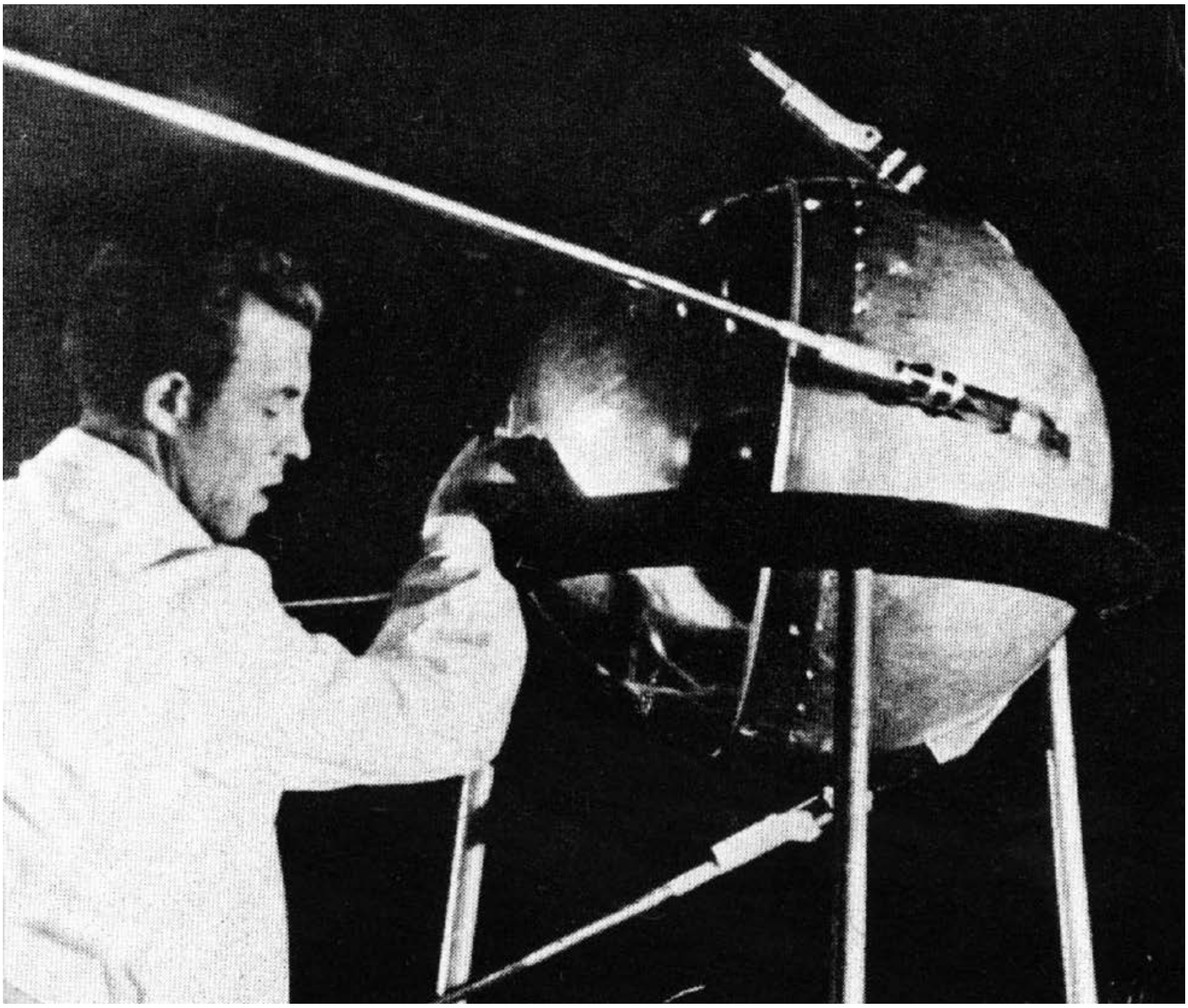
La disponibilità di missili sempre più potenti e dal punto di vista balistico sempre più precisi, fu implicitamente notificata in quella spasmodica gara per il predominio strategico attraverso il lancio dei satelliti artificiali ai quali i Sovietici giunsero per primi. Grazie sempre alla disponibilità di missili tedeschi V2, recuperati alla fine della Seconda guerra mondiale, il programma *Sputnik* dell'Unione Sovietica ebbe inizio nel 1948, quando si intuì la possibilità di modificare i missili militari in vettori per il lancio di satelliti. L'annuncio del successo della messa in orbita del primo satellite artificiale venne dato da Radio Mosca la notte tra il 4 e il 5 ottobre 1957, seguito un mese dopo dallo Sputnik 2, creando negli Stati Uniti una sorta di panico da superamento. Con il lancio dello Sputnik, infatti, l'Unione Sovietica aveva preso in contropiede gli Stati Uniti, che solo il 31 gennaio 1958 furono in grado di replicare, mettendo in orbita il loro primo satellite: l'Explorer 1.

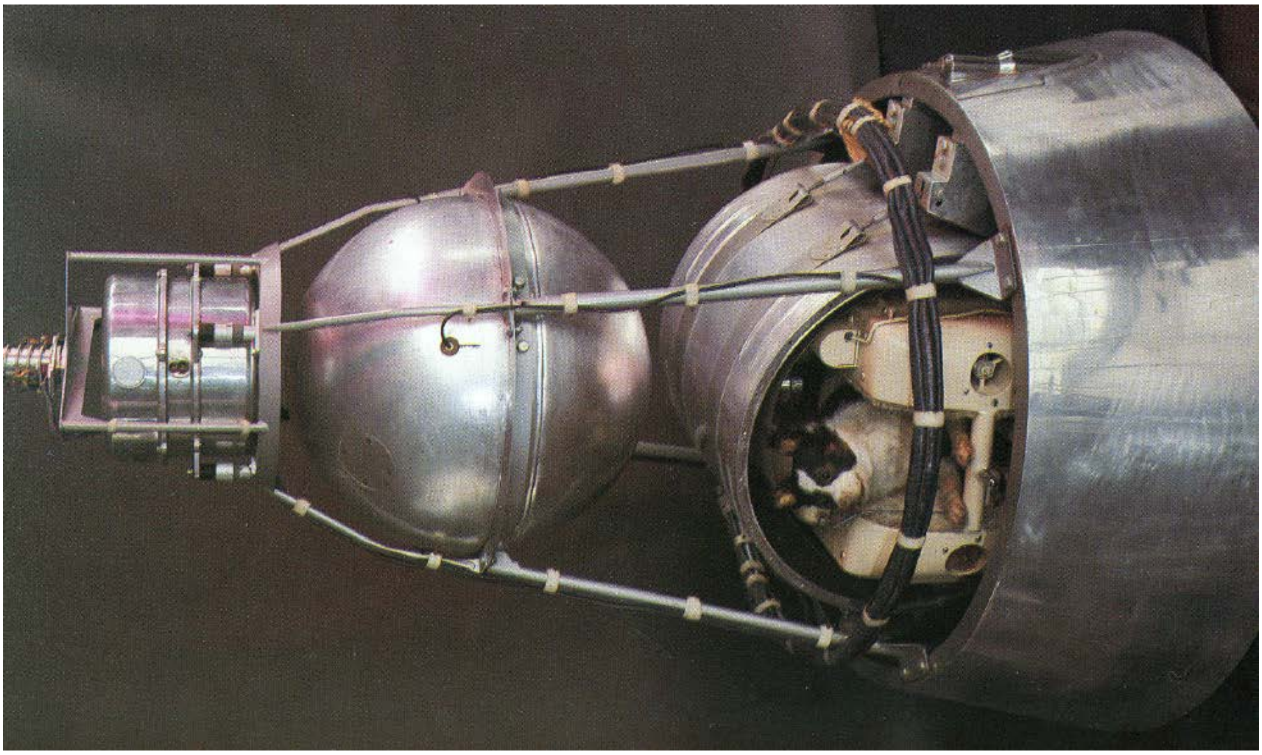
Lo Sputnik 1 aveva connotazioni di gran lunga più semplici degli attuali satelliti artificiali, constando di una sfera pressurizzata di alluminio di 58 cm di diametro, da cui si dipartivano 4 antenne lunghe circa 2,5 metri. Al suo interno due trasmittenti, una serie di batterie zinco-argento e un termometro; rimase funzionante per 21 giorni, dopo di che bruciò durante il rientro in atmosfera il 3 gennaio 1958 avendo percorso circa 1.400 orbite e 70. 000 000 km.

La rimonta affannosa e febbrile del gap così brutalmente manifestatosi, alle cui spalle giova ripeterlo non vi era la pacifica conquista dello spazio, ma la disponibilità di armi nucleare con i relativi vettori più potenti, portò gli Stati Uniti ad avviare un serrato programma spaziale che dopo l'accennato lancio dell' Explorer divenne una sorta di corsa con l'URSS, in un continuo raggiungersi e superarsi a vicenda fino alla notte del 2 luglio del 1969 quando l'Apollo 11 condusse l'uomo sulla Luna.

In questa sorta di gara tecnologica l'aspetto che non risultava e non risaltava fu il rapido ed ampio ricorso a procedimenti scientifici altamente innovativi, che portarono a immettere e a rivoluzionare sul mercato civile la disponibilità di invenzioni e scoperte in quantità e qualità mai neppure sospettata in precedenza. Se la guerra era stata un amplificatore tecnologico di straordinaria entità, questa corsa della guerra fredda lo fu an-

A fianco: *la bomba sovietica TSAR, la più potente mai costruita e fatta detonare.*
Nella pagina a fianco: *lo Sputnik nelle due versioni, in alto la prima, in basso la seconda equipaggiata da una cagnetta chiamata "Laika".*

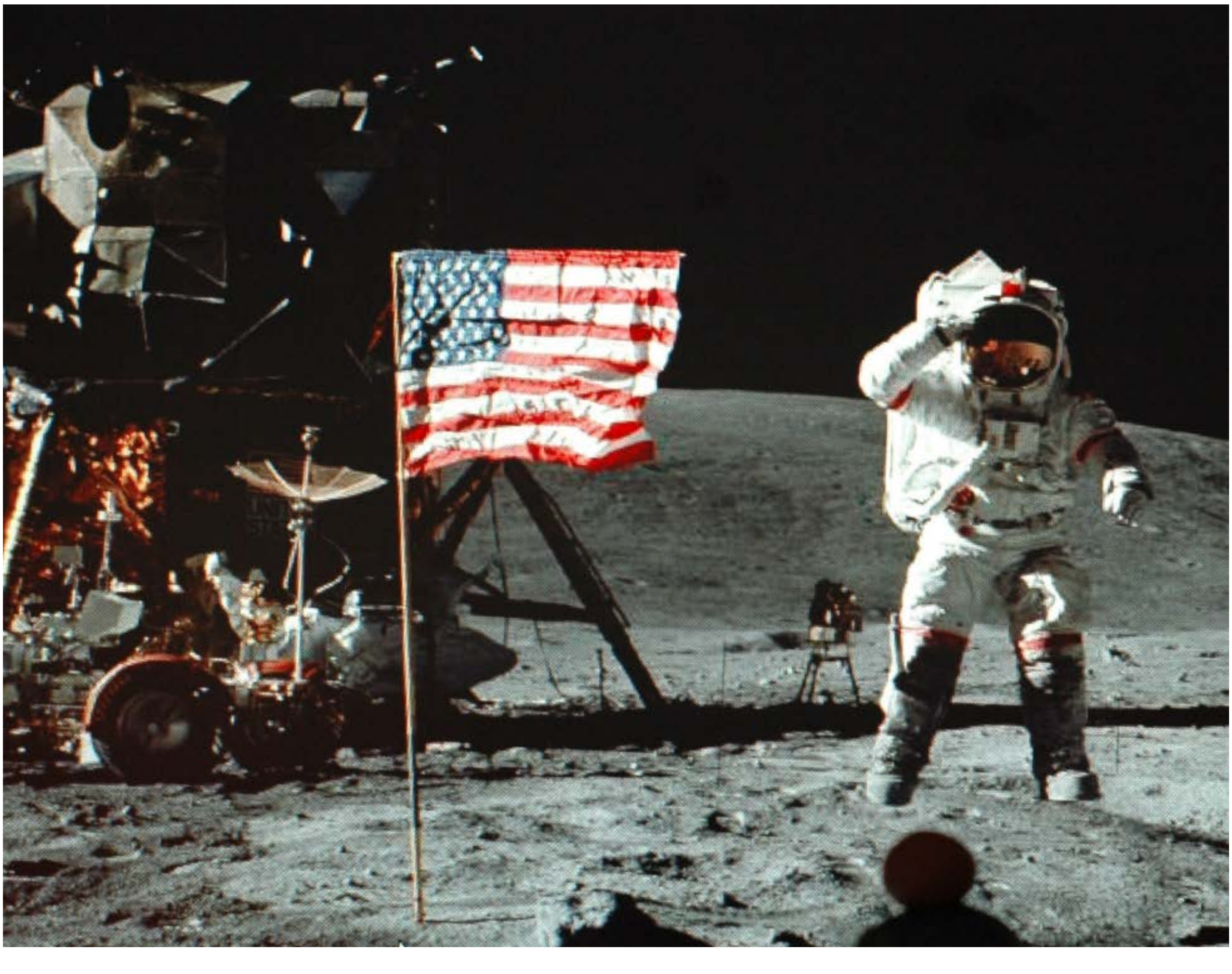




cora di più, consegnandoci nel giro di mezzo secolo, nel bene e nel male, al mondo tecnologico attuale e a tutte le incredibili risorse.

Sarà questo l'ambito e lo scenario nel quale si dipanerà l'esposizione che segue concludendosi con la caduta del muro di Berlino, eretto per fermare l'esodo delle persone della Germania orientale avviato nella notte tra il 12 e il 13 agosto del 1961 a Berlino Est. Dal 9 novembre del 1989 il muro iniziò ad essere demolito, quasi a furor di popolo, operazione conclusasi ufficialmente il 3 ottobre dell'anno successivo, manifestazione esplicita e vistosa del disgelo del blocco orientale che di lì a breve rifiuterà anche il comunismo e le sue tante aberrazioni. Nel frattempo, però, minacce di nuovo tipo si stavano affacciando all'orizzonte, minacce che non fanno soverchie distinzioni fra l'una e l'altra superpotenza, paralizzate militarmente proprio dall'enormità distruttiva delle proprie armi e dal desiderio di non avventurarsi in operazioni militari azzardate e comunque dissanguanti.

A fianco: *l'Explorer 1 del 1958, la risposta dell'americana NASA agli Sputnik sovietici.*
Sotto: *Neil Armstrong sulla Luna nel 1969.*
Nella pagina a fianco: *la caduta del muro di Berlino nel 1989.*



Hilf
atlos

OF THE PE

Fisica nucleare

Il fungo atomico causato dall'esplosione della prima bomba atomica all'idrogeno, nell'ambito dell'operazione Ivy Mike, condotta dagli Stati Uniti il 1º novembre 1952 alle 07:15 (ora locale), sull'atollo di Enewetak, nelle isole Marshall.

Militaria mirabilia

Un lampo di Sole: sterminio o salvezza dell'umanità

La nota formula di Einstein che lega l'energia alla massa, stabilendo le possibili trasformazioni dall'una all'altra e viceversa come il passaggio fra due facce della stessa medaglia, trovò nella esplosione della bomba di Hiroshima la sua più vistosa e atroce dimostrazione. Pur essendo quel risultato senza dubbio terribile: "la via per arrivarci era allettante per gli scienziati, perché lungo quella strada, e ancora più nella sua tragica conclusione, essi potevano trovare la verifica sperimentale delle loro ipotesi teoriche: e i costosi laboratori, l'immensa attrezzatura, il numeroso personale necessari per arrivare a questa verifica potevano essere ottenuti soltanto dal dio corrusco della guerra. Ancora una volta Marte si rivelava il più generoso e lungimirante mecenate della scienza."[1] Perché poi la fondamentale relazione tra massa ed energia sia rimasta tanto a lungo ignota dipende dal: "piccolissimo rapporto di scambio fra materia ed energia… Un esempio chiarirà la situazione. La quantità di calore necessaria per convertire trentamila tonnellate di acqua in vapore non peserebbe più di un grammo circa! L'energia è stata considerata così a lungo imponderabile, semplicemente perché la massa che essa rappresenta è così piccola."[2]

Si spiega in tal modo, come in precedenza accennato, la ragione per cui la rottura di un atomo di uranio o di plutonio, processo denominato fissione, dando vita a due diversi elementi più leggeri le cui masse però sommate fra di loro risultano inferiori a quella di provenienza, trasformi quella insignificante differenza nell'immensa energia distruttiva della bomba. La formula quindi, almeno nella sua applicazione più elementare, prevedeva la frammentazione di un elemento per formarne due con una perdita di massa e con una emissione energetica. Ma questo sviluppo, tuttavia, non era l'unico possibile in quanto, al pari della maggior parte dei processi fisici si poteva immaginarlo anche alla rovescia, ovvero unire due atomi più leggeri per formarne uno solo più pesante, processo definito a sua volta fusione, ferma restando la decurtazione di massa fra prima e dopo la reazione, con l'emissione anche in questo caso di energia, persino molto maggiore della precedente. Per una serie di ragioni strettamente fisiche, infatti, l'emissione energetica di questa seconda reazione non solo era molto superiore alla prima, ma non aveva in pratica alcuna limitazione, potendo essere di entità discrezionale, peculiarità che la rendeva di notevole interesse in ambito militare.

Volendo definirla più dettagliatamente, quella che si iniziò a studiare, ribattezzandola superbomba, era impostata sulla trasformazione di due isotopi dell'idrogeno, deuterio e trizio, in un atomo di elio, reazione fortemente esoenergetica. Non a caso è la stessa che avviene nel Sole e nelle altre stelle, dalla quale in ultima analisi dipende la vita sul nostro pianeta. L'esito delle bombe di Hiroshima e Nagasaki produsse, come ricordato, una forte repulsione in molti fisici a continuare su quella strada ed in particolare a partecipare al progetto della superbomba, a partire dallo stesso Oppenheimer. Nonostante ciò il progetto per la fusione termonucleare conobbe già nel 1952 una verifica sperimentale. Ma a far trascurare quelle opposizioni subentrarono almeno tre novità: le bombe che si sarebbero prodotte erano di gran lunga più piccole dei loro archetipi e perciò relativamente economiche; sarebbe stato perciò possibile caricarle su adeguati missili balistici, e quel che era peggio si sapeva che l'URSS non era ormai lontana dal possederle, spettro che fece dichiarare al Presidente Truman di essere favorevole alla sua costruzione.

1 La citazione è tratta da A. MONDINI, *Storia della tecnica*, Torino, 1980, vol. IV, p. 702.

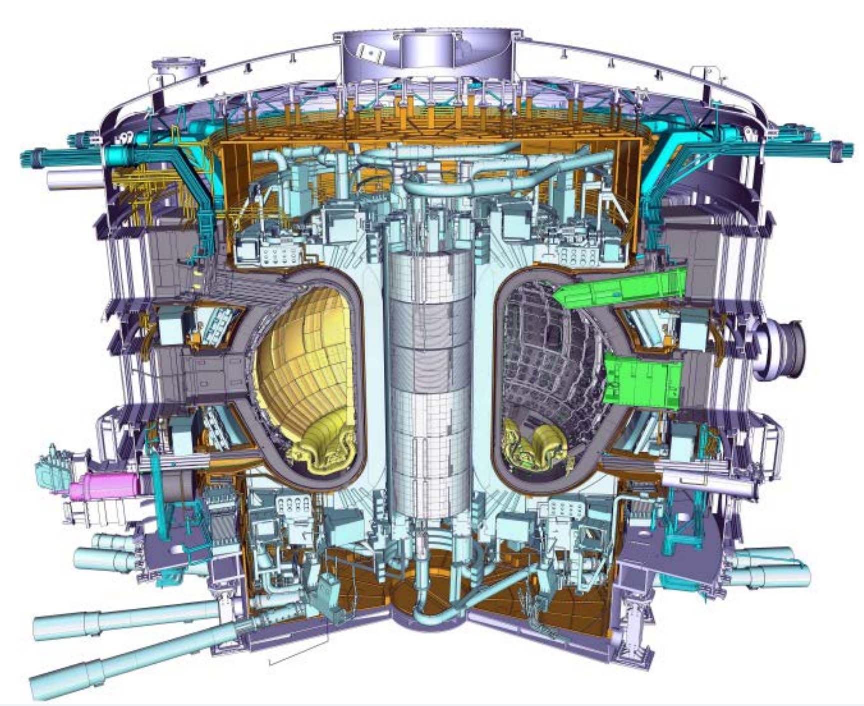
2 Da A. EINSTEIN, L. INFELD, *L'evoluzione della fisica dai concetti iniziali alla relatività e ai quanti*, Torino, 1965, p. 207.

Paradossalmente la bomba all'idrogeno, o H, persino quando divenne disponibile in gran numero in entrambi gli schieramenti non modificò il concetto di deterrenza già imposto dalle bombe a fissione se non per suggerire il suicidio dell'umanità nel malaugurato caso di utilizzo. Per cui la sua adozione e proliferazione va considerata la: "creazione di una certezza reciproca che se una parte avesse iniziato ad usare le armi nucleari avrebbe scatenato immediatamente la reazione dell'altra parte; una reazione che si era impotenti neutralizzare e le cui conseguenze erano inaccettabili."[3] E l'incubo della distruzione reciproca stimolò: "il sorgere di una strana nuova speranza: che nessuna delle due parti potesse considerare l'opportunità di una guerra nucleare e che una guerra generale termonucleare, qualora si fossero impediti incidenti, era ora improbabile. Questa cosiddetta reciproca dissuasione, ovvero quest'equilibrio del terrore, poteva in tal modo abolire la guerra totale… perché nessuno avrebbe osato fare la prima mossa esistendo il pericolo di una *escalation*."[4]

3 Da M. HOWARD, *La guerra e le armi nella storia d'Europa*, Bari, 1978, p. 277.

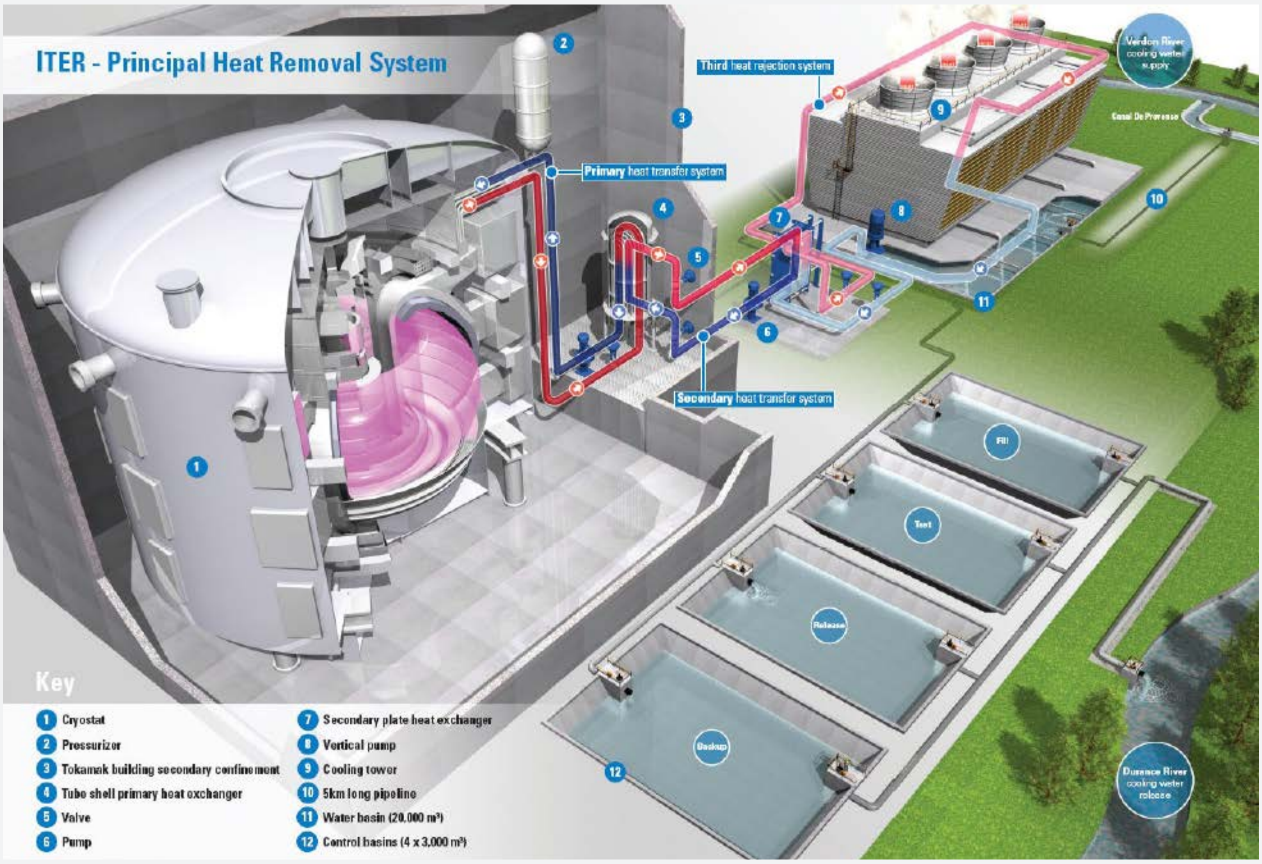
4 Da R. A. PRESTON, S. F. WISE, *Storia sociale della guerra*, Verona 1973, p. 440.

Sotto e nella pagina a fianco: *schemi di funzionamento e foto dello stato di avanzamento dei lavori di costruzione dell'ITER, primo reattore nucleare a fusione.*



Per una rarissima bizzarria della tecnologia, la reazione di fusione nucleare tanto paventata come fine della vita sul pianeta nel giro di alcuni decenni si mutò nella sua maggiore speranza di sopravvivenza! Il cambiamento di opinione scaturì dalla constatazione che se rallentando la fissione nei reattori nucleari era stato possibile costruire delle centrali elettriche basate sul suo sfruttamento, impianti senza inquinamento, di enorme resa energetica e strategicamente autonomi da dipendenze dal petrolio o dal carbone, altrettanto e con esiti di gran lunga maggiori si sarebbe potuto fare con la fusione. Tanto più che gli aspetti negativi prodotti dalla fissione quali l'impiego di un rarissimo isotopo dell'uranio di non facile acquisizione e quello più grave lo smaltimento delle scorie, con radioattività residua di numerosi millenni, non affliggevano la fusione. Alimentata con elementi abbondantissimi in natura e priva di scorie richiedeva solo per essere attivata la scoperta di un sistema per rallentarla, assurgendo così a fonte energetica illimitata a costi bassissimi, priva di vere controindicazioni. Al di là dei facili intenti, però: "per far avvenire questa reazione bisogna raggiungere prima una temperatura di milioni di gradi. Poiché nessun recipiente materiale potrebbe contenere, senza vaporizzarsi all'istante, i gas allo stato di plasma partecipanti a tale reazione, si è pensato di racchiuderli in una 'bottiglia magnetica', cioè in un campo magnetico che potrebbe essere generato con l'impiego di semiconduttori…"[5] Il problema tuttavia si è rivelato talmente complesso che a tutt'oggi, dopo 63 anni dal primo test nucleare, non è stato ancora risolto, e le enormi macchine che si stanno costruendo allo scopo forse renderanno utilizzabile il fenomeno tra una ventina di anni, per cui soltanto allora si aprirebbe una nuova era nella storia e la secolare fame di energia sarebbe soddisfatta una volta per tutte. O almeno lo si spera essendo in quello oramai riposta la speranza di sopravvivenza dell'umanità.

5 Da A. MONDINI, *Storia …*, cit., vol. IV, p. 711.


ITER - Principal Heat Removal System
Third heat rejection system
Primary heat transfer system
Secondary heat transfer system
Verdon River cooling water supply
Canal De Provence
Fill
Test
Release
Backup
Durance River cooling water release
Key
1 Cryostat
2 Pressurizer
3 Tokamak building secondary confinement
4 Tube shell primary heat exchanger
5 Valve
6 Pump
7 Secondary plate heat exchanger
8 Vertical pump
9 Cooling tower
10 5km long pipeline
11 Water basin (20,000 m³)
12 Control basins (4 x 3,000 m³)

L'anzidetto test, dal nome in codice *Castle Bravo*, fu condotto il primo marzo del 1954 sull'atollo di Bikini, facente parte delle isole Marshall, previa completa evacuazione della popolazione, con la promessa di un immediato ritorno al termine delle esperienze. La bomba ebbe una potenza almeno un migliaio di volte superiore a quella della bomba di Hiroshima, ed il suo 'fungo' atomico si sollevò fino a 40 km di quota, allargandosi fin quasi a un centinaio. Trascurando le conseguenze sulle popolazioni limitrofe delle altre isole, e lo strascico giudiziario che ancora si trascina, si deve ricordare anche un singolare esito che da lì prese l'avvio. Il sarto francese Luis Réard aveva inventato sul finire del 1946 un costume da bagno in due pezzi, e dopo alcuni anni di sterili tentativi di diffonderlo[6], ispirandosi ai test sull'atollo, volle chiamare quella sua elaborazione 'bikini', ritenendone la immancabile ampia adozione altrettanto esplosiva della bomba H. A causa delle sue ridottissime dimensioni Réard trovò difficoltà persino a scovare una modella che osasse presentarlo in pubblico e dovette avvalersi allo scopo di Micheline Bernardini, una nota spogliarellista. Nonostante ciò fu soltanto intorno al 1958, dopo la pubblicità indiretta fattane da Brigitte Bardot nel film *E Dio creò la donna*, che il 'bikini' iniziò a diffondersi realmente assurgendo dalla metà degli anni '80 a costume da bagno per antonomasia.[7]

6 Cfr. L. BRUMMELL, *La storia del Bikini e la sua evoluzione negli anni,* in TOTALITÀ, magazine online, pubblicato il 08, 07, 2015.

7 In realtà, qualcosa di molto simile ad un odierno bikini, compare già adottato dalle ragazze nei mosaici di Piazza Armerina. Al riguardo e sulla sua evoluzione cfr. F. RUSSO, *Fiori della pietraia,* Napoli 2015, pp. 154-64.

In basso: *l'esplosione atomica del test Castle Bravo condotto nel 1954 sull'atollo di Bikini, nelle isole Marshall.*
In alto: *Brigitte Bardot in una scena del film che lanciò a livello mondiale il bikini.*

Parte Prima

L'atomo pacifico

Enrico Fermi insignito del premio Nobel per la fisica nel 1938, dopo averlo ritirato a Stoccolma non tornò più in Italia, opponendosi alle discriminazioni razziali introdotte dal fascismo, emigrando negli Stati Uniti al pari di un gran numero di studiosi europei suoi colleghi, avviliti dall'avanzata del nazismo. L'inserimento di Fermi nel nuovo ambiente grazie alla sua celebrità avvenne molto rapidamente tant'è che come scrisse più tardi: "*Ricordo vividamente il primo mese, il gennaio 1939,* [quando] *cominciai a lavorare ai laboratori Pupin e tutto quanto cominciò ad accadere molto velocemente. In quel periodo,* Niels Bohr *era stato chiamato per una serie di conferenze a* Princeton *e ricordo che un pomeriggio* Willis Lamb *tornò da una di esse davvero entusiasta e disse che Bohr si era lasciato sfuggire di bocca novità importantissime: la scoperta della* fissione nucleare *e a grandi linee la sua interpretazione del fenomeno. Poi, ancora più avanti lo stesso mese, ci fu un incontro a* Washington *dove fu valutata la possibile applicazione del fenomeno della fissione appena scoperto come* arma nucleare."[8]

Poco dopo, infatti, a Fermi venne affidata la direzione per la costruzione del primo reattore nucleare nell'Università di Chicago, in un locale ricavato sotto le tribune di un dismesso campo sportivo. Denominato *Chicago Pile 1, C-P 1*, e in italiano Pila Atomica, venne attivato il 2 dicembre del 1942. Quanto fosse delicato e significativo quel primo esperimento lo testimonia la sua brevissima durata, circa mezz'ora, e quanta importanza gli fosse accordata lo si deduce dalla telefonata fatta da Compton, responsabile del progetto, a Conant, presidente del *National Defense Research Committe:*

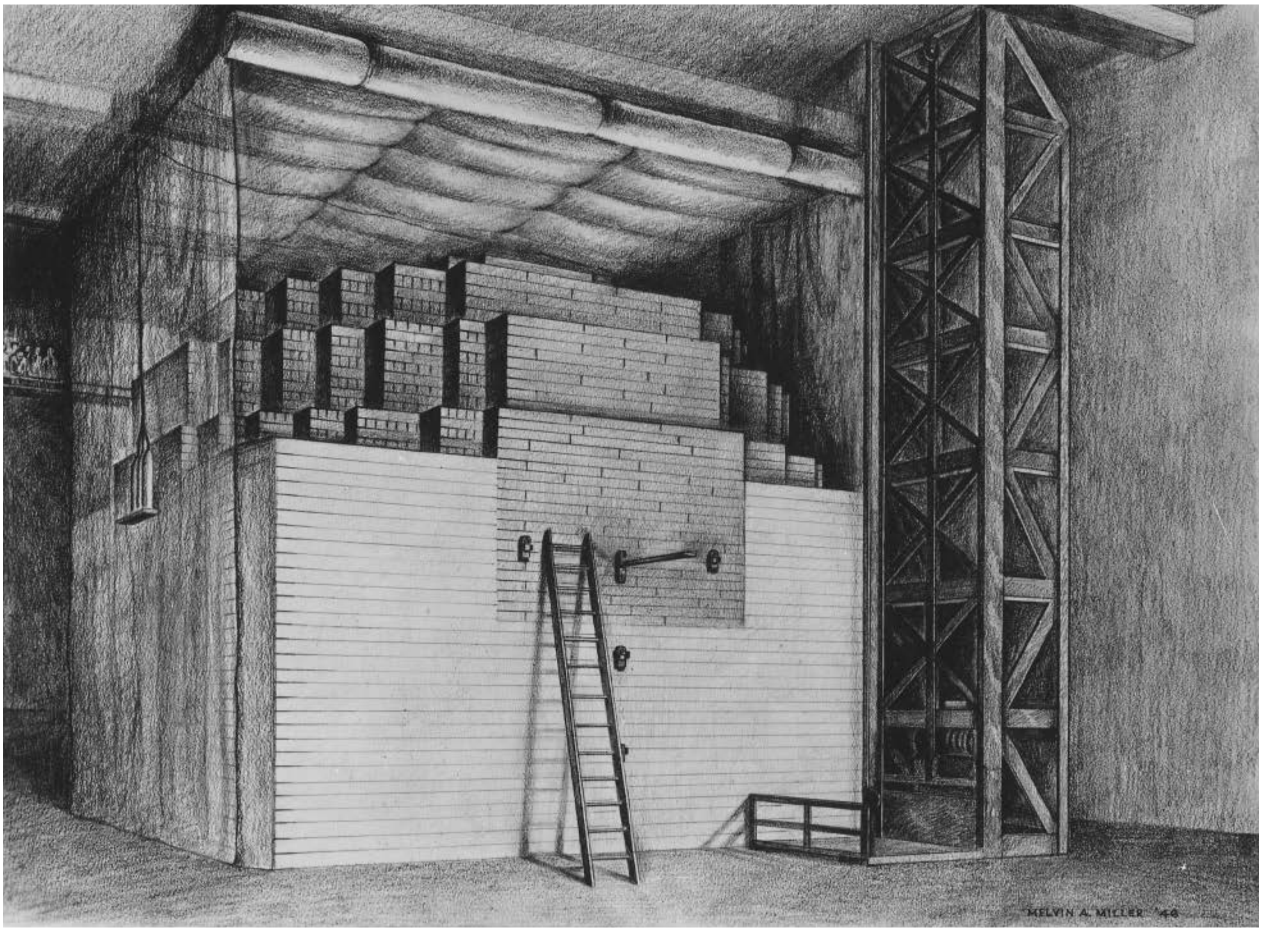
Compton*: Il navigatore italiano è appena sbarcato nel nuovo mondo*
Conant: *I nativi erano amichevoli?*
Compton: *Tutti sono sbarcati salvi e felici*[9]

Era implicita la destinazione di quel basilare passo al progetto Manhattan, finalizzato alla costruzione della bomba atomica, fermo restando che si trattò dell'attivazione della prima reazione a catena controllata della storia. Seguì il trasferimento di Fermi in un piccolo centro situato su un altopiano, non lontano da Santa Fé, che sotto la guida di Oppenheimer si trasformò in una vera cittadina a 2200 metri sul livello del mare, di oltre 6.000 abitanti alla fine della guerra. Proprio lì: "*si raccolsero scienziati provenienti da tutte le parti degli Stati Uniti e dall'Inghilterra; e sparirono dal mondo. Per due anni e mezzo la città non venne segnata sulle carte geografiche, non ebbe riconoscimento ufficiale, non fece parte amministrativa del New Mexico, i suoi abitanti non ebbero il voto nelle elezioni. Quella città veniva chiamata Los Alamos dagli abitanti, Sito Y dalle poche persone al di fuori di essa che ne conoscevano l'esistenza, Casella Postale 1663 di Santa Fè da corrispondenti e amici dei residenti.*"[10] Quasi superfluo aggiungere che nell'esperimento non fu tenuta in alcun conto l'emissione di radiazioni, che soltanto in un secondo tempo saranno seriamente prese in considerazione. Passò la guerra e passarono altri nove anni dalla sua conclusione prima che la fissione nucleare avesse un'applicazione pacifica, ovvero l'elettrogenerazione tramite un reattore: lo storico evento avvenne a Obnisk in URSS. Scarsa la produzione energetica, essendo peraltro l'impianto progettato originariamente per la produzione di plutonio per scopi militari, limitata appena a 5 MW ed

8 La citazione è tratta da un discorso di Fermi tenuto nel 1954 presso la Società Americana di Fisica e pubblicato nella raccolta sulla sua biografia, *United States 1939-1954*, *Roma-Chicago,* dall'Accademia Nazionale dei Lincei e dalla University of Chicago Press, 1965.

9 Il dialogo originale in lingua inglese è tratto da *Chicago Pile 1* (November 18, 1942), The Atomic Heritage Foundation.

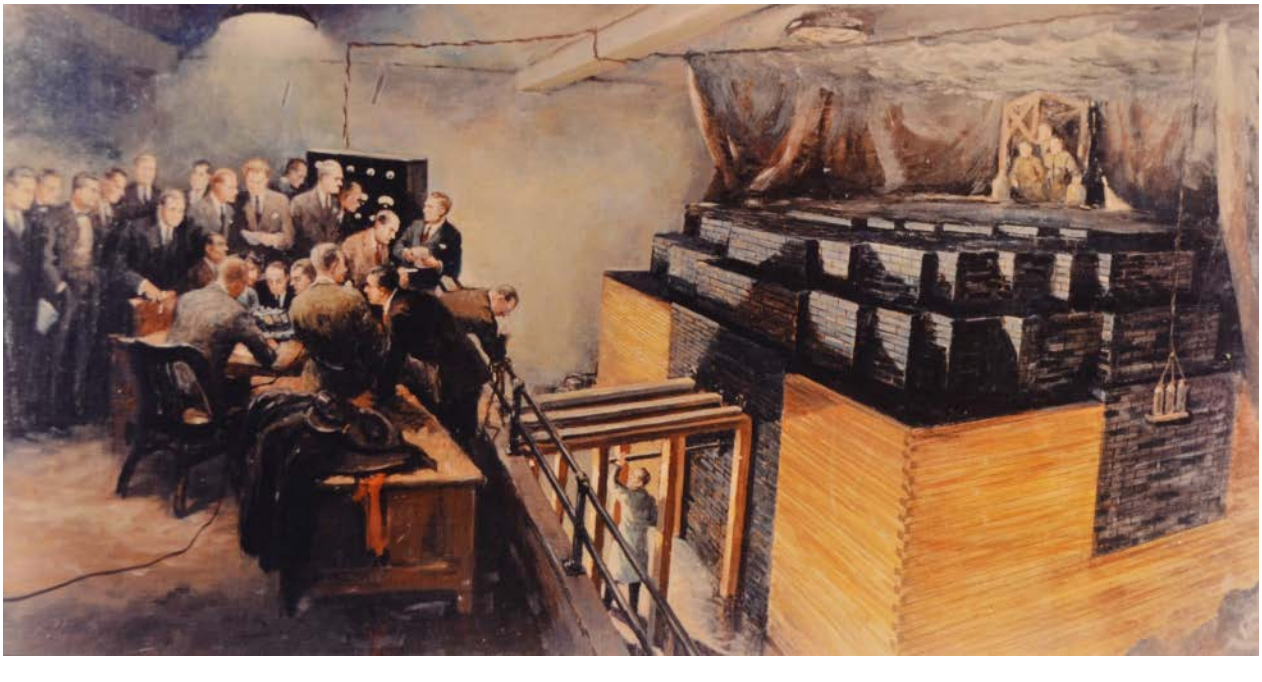
10 Da L. FERMI, *Atomi in famiglia*, Verona, 1954.



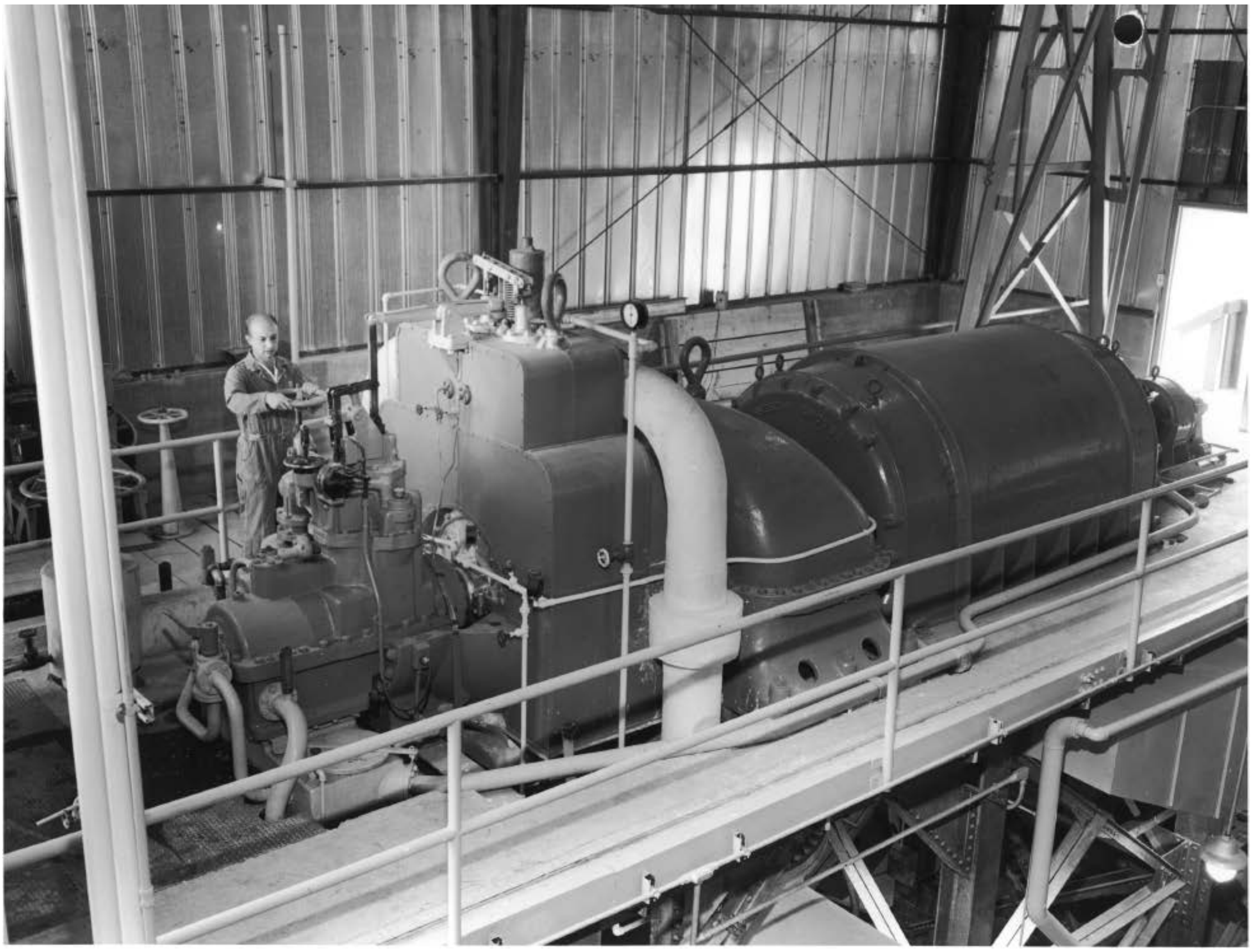
abbastanza rudimentale la concezione: il raffreddamento del nocciolo era garantito dalla semplice acqua e la moderazione della reazione da blocchi di grafite che controllavano il flusso di neutroni. In seguito gli americani misero a punto due diversi modi di utilizzo dell'acqua per il raffreddamento del noc-

In questa pagina: *il Chicago Pile 1, C-P 1, primo esperimento nucleare condotto dal fisico Enrico Fermi a Chicago nel 1942.*

Nella pagina a fianco: *l'APS-1 Obninsk, il primo impianto nucleare per elettrogenerazione al mondo, costruito presso la città di Obninsk nell'Oblast' di Kaluga nel 1954.*



ПЕРВАЯ В МИРЕ АЭС



ciolo ad uranio arricchito, l'uno "ad acqua in pressione (PWR o P) nelle quali viene prodotta acqua ad alta temperatura cui viene impedito di entrare in ebollizione essendo mantenuta sotto pressione e… [l'altro] ad acqua bollente (BWR o B). Nelle prime occorre istallare uno scambiatore di calore: l'acqua primaria è portata ad alta temperatura dal suo passaggio nel 'nocciolo' del reattore, e cede il suo calore a un'acqua secondaria che si trasforma in vapore utilizzabile nelle turbine."[11] Per immaginare, poi, quale sia l'impatto ambientale di una centrale nucleare basti considerare che una da 1000 MW: "richiede un afflusso d'acqua di 40 m^3 al secondo, acqua che viene riscaldata di 10° C. Secondo le previsioni, in condizioni di magra, la temperatura del Reno salirebbe di 3°C, quella del Rodano di 5°C e quella della Loira di 7°C."[12] Sempre nel 1954 anche un secondo reattore, il BORAX-1, questa volta ad Arco, una cittadina degli Stati Uniti, prese a funzionare producendo 6.4 MW, erogazione ancora modesta e in sostanza analoga all'impianto sovietico. Due anni dopo, però, si ebbero i primi reattori commerciali di rilevante potenza, come quello di Cumbria in Gran Bretagna da 50 MW. Alla gara per l'insediamento di ulteriori centrali nucleari non restò estranea neppure l'Italia che nel 1959 ebbe il suo primo reattore, l'Avogadro RS-1, impiantato a Saluggia, le cui prestazioni restarono limitate alle sole ricerche scientifiche senza mai essere connesso alla rete elettrica. Per avere una vera e propria centrale nucleare italiana di grande potenza si deve attendere il 1962, quando il 27 dicembre fu attivata quella di Latina da 153 MW seguita da quella del Garigliano nel 1963, di 150 MW, e poi da quella di Trino Vercellese di 260 MW. Sul finire degli anni '60 l'Italia era la terza nazione al mondo per energia elettrica prodotta dal nucleare![13] Ma in seguito ai gravissimi incidenti di Čern-

11 Da B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma, 1985, p. 471.
12 Ibidem p. 474.

13 Cfr. A. BARACCA, G. NEBBIA, *Il nucleare impossibile: perché non conviene tornare al nucleare*, Torino, 2009.

In alto: *il reattore BORAX-1, il secondo reattore nucleare messo in funzione ad Arco, negli Stati Uniti, nel 1954.*
Nella pagina a fianco: *in alto, l'impianto di Cumbria in Inghilterra (1956) e quello di Latina in Italia (1963).*

obyl' del 1986 e di Fukushima Daiichi dell'11 marzo 2011, il Governo stabilì una moratoria sugli erigendi impianti tramite una specifica legge dal titolo *Abrogazione di disposizioni relative alla realizzazione di nuovi impianti nucleari*, stando alla quale: "*Al fine di acquisire ulteriori evidenze scientifiche, mediante il supporto dell'*Agenzia per la sicurezza nucleare*, sui profili relativi alla sicurezza nucleare, tenendo conto dello sviluppo tecnologico in tale settore e delle decisioni che saranno assunte a livello di Unione europea, non si procede alla definizione e attuazione del programma di localizzazione, realizzazione ed esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare*".[14]

Nel frattempo, molte altre nazioni costruivano altre nuove centrali senza alcuna dilazione nei loro programmi nucleari tant'è che sul finire dell'anno 2004 le potenze degli impianti nucleari maggiori si erano enormemente accresciute oscillando fra un minimo di 40MW a un massimo di oltre 1 GW. Al termine, inoltre, del 2009 le centrali nucleari attive nel mondo ammontavano a ben 443 più altre 56 in costruzione, tutte finalizzate alla produzione di energia. Circa le loro connotazioni tecniche va osservato che si tratta-

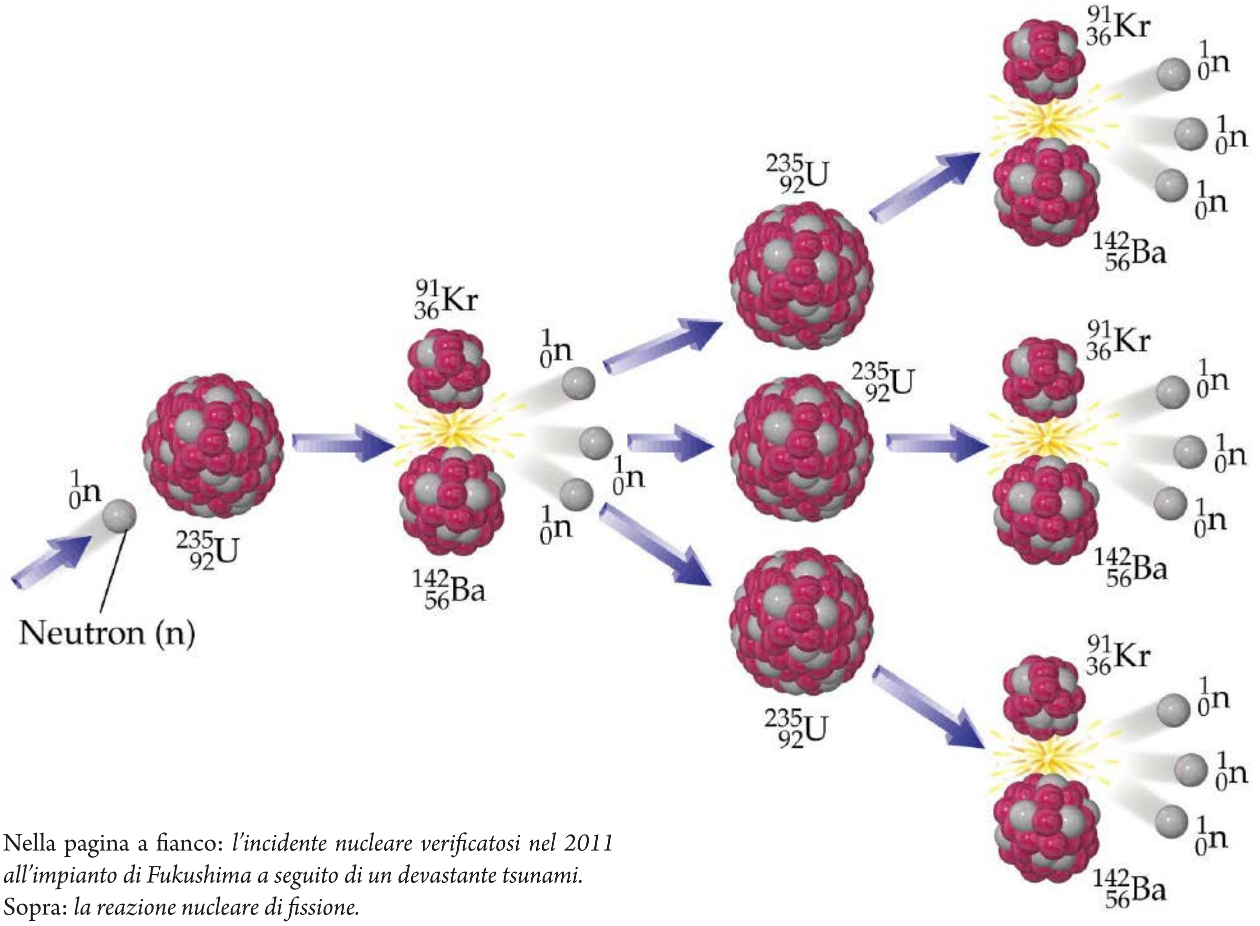
14 CAMERA DEI DEPUTATI N. 4307-DISEGNO DI LEGGE APPROVATO DAL SENATO DELLA REPUBBLICA il 20 aprile 2011 (v. stampato Senato n. 2665).

Nella pagina a fianco: *la centrale nucleare del Garigliano e quella Enrico Fermi di Trino, in provincia di Vercelli.*
Sotto e nelle pagine seguenti: *l'incidente al reattore nucleare n. 4 della centrale russa di Černobyl', avvenuto nel 1986.*

va di impianti non solo più evoluti, ma soprattutto di gran lunga più sicuri dei precedenti, ai quali andavano imputati gli anzidetti gravi incidenti dalle catastrofiche conseguenze ambientali e socio-economiche, che fecero mettere in dubbio la convenienza effettiva di tali centrali a fronte, pure, del problema irrisolto delle scorie prodotte in discreta abbondanza.[15]

Da un punto di vista strettamente tecnico, un reattore nucleare è: "un sistema atto a produrre energia attraverso reazioni che avvengono nei nuclei degli atomi di particolari elementi contenuti nel reattore stesso. Le reazioni devono essere endotermiche e controllabili… Il processo di fissione, che è alla base del funzionamento dei reattori nucleari, si ha quando un nucleo di un elemento pesante viene bombardato da un neutrone; esso allora si disintegra con grande sviluppo di energia e liberazione di neutroni. Questi possono colpire altri nuclei producendo altre fissioni e dando così inizio a una reazione a catena. Per poter sfruttare l'energia che si libera (prevalentemente sotto forma di calore) nei processi di fissione, è necessario rallentare i neutroni ad alta energia che si producono perché si riducano a bassa energia (neutroni termici) e possano così essere catturati da altri nuclei. Il rallentamento si ottiene facendo subire al neutrone una serie di urti contro nuclei di sostanze leggere non assorbenti, dette *moderatori*. La regolazione si ottiene disponendo in modo opportuno alcune *barre,* dette di regolazione o di controllo, atte ad assorbire neutroni veloci. Schematicamente un reattore è costituito da elementi di combustibile inseriti nel moderatore liquido o solido. Un tale tipo di reattore, in cui il combustibile è separato dal moderatore, si dice *eterogeneo*; nel caso, invece, in cui il combustibile sia intimamente mescolato con il moderatore allo stato di soluzione o di dispersione, il reattore si dice *omogeneo*. L'insieme combustibile-moderatore, che costituisce il nocciolo (o *core*) del reattore è posto dentro un recipiente (*contenitore*), che ha anche la funzione di contenere il refrigerante. Uno dei combustibili più adatti, l'uranio 235, non si trova libero in natura, ma mescolato in piccolissime quantità con l'uranio 238. Oggi, anziché questo uranio naturale, si preferisce usare l'uranio arricchito, cioè una miscela artificiale di uranio 238 e uranio 235, dove quest'ultimo è presente in percentuali maggiori. Altri materiali fissili sono il plutonio o l'uranio 233. Il calore che si produce nei reattori viene trasferito ge-

15 Sull'argomento cfr. V. BETTINI, *Scorie. L'irrisolto nucleare*, Torino, 2006 ed ancora C. LOMBARDI, *Impianti nucleari*, Milano, 2006, ed inoltre A.I.E.A., Comitato nazionale per l'energia Nucleare, *I rifiuti radioattivi*, 1978.



Nella pagina a fianco: *l'incidente nucleare verificatosi nel 2011 all'impianto di Fukushima a seguito di un devastante tsunami.*
Sopra: *la reazione nucleare di fissione.*

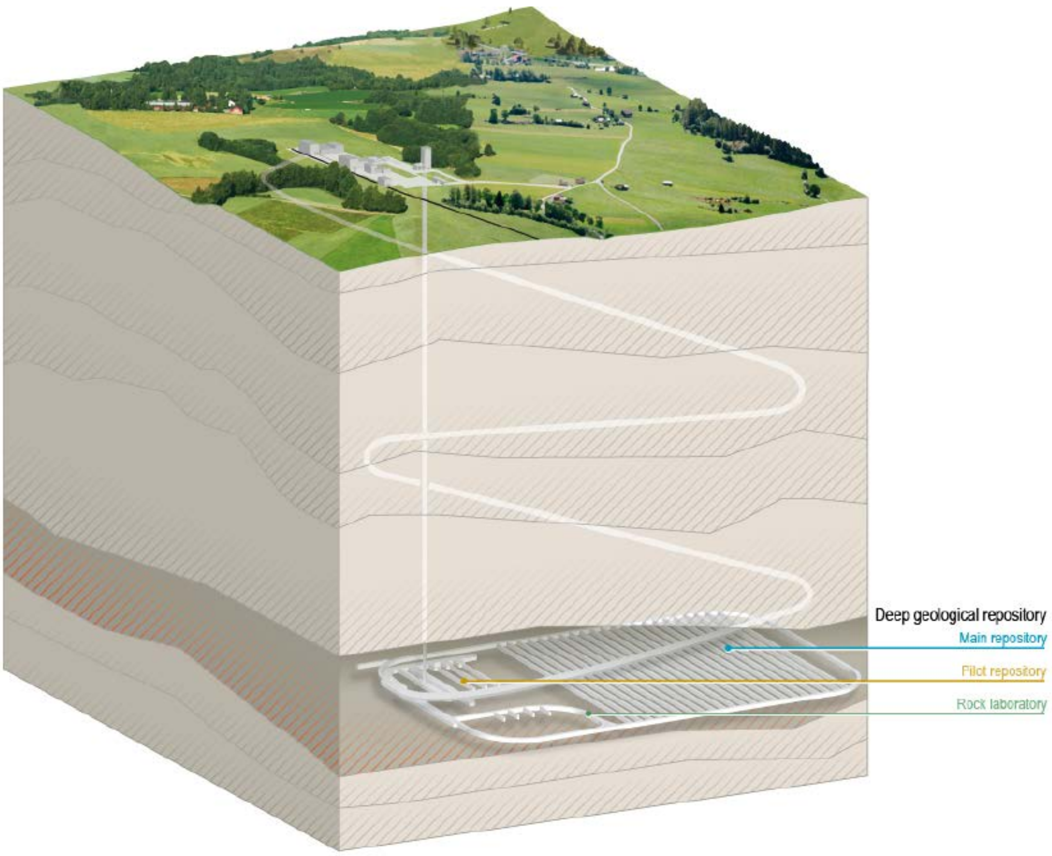
neralmente da un refrigerante in circuito chiuso primario all'acqua di un circuito secondario, generando così vapore, che viene inviato alle turbine, dove si attua la conversione dell'energia termica in energia meccanica, e in seguito in energia elettrica."[16]

L'utilizzo di una centrale nucleare in grado di erogare potenze comprese fra i 600 ed i 1600 MW, ha una durata non eccedente la trentina di anni, sebbene se ne stiano studiando di più longeve forse in grado di funzionare fino ad una sessantina, ovviamente con la sostituzione periodica di componenti basilari. I veri problemi, però, iniziano proprio dalla conclusione del ciclo operativo quando non solo è necessario smantellare l'intero impianto, ma anche stoccarne gli elementi più contaminati e radioattivi, tutti di lunghissimo periodo di decadimento, e bonificarne il sito, liberandolo cioè dalle scorie. Procedura che abbatte notevolmente i vantaggi della produzione nucleare di energia e che si lascia alle spalle una pesante eredità non altrimenti modificabile. Sussiste perciò un grande rischio: "connesso al normale smaltimento delle scorie radioattive. Per gli isotopi radioattivi, infatti, occorre prevedere un deposito controllato tra i 500 e i 700 anni, mentre, nel caso del plutonio, si parla di centinaia di migliaia d'anni. I problemi principali relativi alle scorie nucleari sono legati alla localizzazione dei depositi, luoghi geologicamente stabili. Quindi, quando si decide di costruire una centrale nucleare si deve tener conto anche della necessità di avere a disposizione depositi adatti a ricevere le scorie radioattive prodotte e impianti di estrazione del plutonio dal combustibile irradiato. In realtà la quantità di scorie prodotte dal nucleare è di gran lunga inferiore a quella prodotta bruciando combustibili fossili. Una gran parte dei prodotti radioattivi del ciclo di combustibile nucleare ha una radioattività simile o non molto superiore a quella del fondo naturale; questi rifiuti sono relativamente facili da gestire. Solo una piccola frazione è ad alta radioattività e richiede di esser isolata."[17]

Va ancora osservato che: "i rifiuti ad alta radioattività includono i prodotti di fissione e gli elementi transuranici prodotti nel reattore che sono altamente

16 La citazione è tratta da AA.VV., *Enciclopedia Generale*, De Agostini Novara, 1996, vol. II, p. 1244 alla voce reattore.

17 Da ENI Scuola, *Ambiente e territorio: energia nucleare,* 2010, p. 12.



radioattivi e generano calore. Questi rifiuti rappresentano oltre il 95% della radioattività totale anche se la quantità di materiale prodotto è modesta, circa 25-30 tonnellate di combustibile spento o tre metri cubi per anno di rifiuti vetrificati per un grande reattore. Per gestire i rifiuti ad alta attività sono utilizzate due differenti strategie: lo smaltimento profondo e quello esteso. Il primo avviene entro rocce stabili e profonde, e ha registrato progressi significativi negli ultimi dieci anni… [Poiché i] rifiuti ad alta radioattività rimangono radioattivi per un lungo periodo di tempo… devono esser isolati dalle persone per migliaia di anni fino a che i loro livelli di radioattività si siano ridotti. Depositi geologici sono previsti entro formazioni rocciose stabili nei maggiori Paesi che utilizzano l'energia nucleare. È responsabilità di ciascun Paese smaltire i propri rifiuti radioattivi, anche se alcuni Paesi (Russia e Cina) si sono dichiarati disponibili ad accogliere nel proprio territorio, dietro pagamento, i rifiuti radioattivi provenienti da altre Nazioni. Un deposito geologico definitivo viene generalmente realizzato a una profondità di 500 metri in una formazione stabile di roccia, argilla o sale. Il concetto di base è quello delle "barriere multiple": le scorie radioattive, in forma ceramica di ossido (combustibile irraggiato) oppure vetrificate vengono "immobilizzate"; vengono poi "sigillate" entro contenitori resistenti alla corrosione come l'acciaio inossidabile o il rame e, finalmente, vengon "sepolte" in una formazione rocciosa stabile."[18]

Un indubbio vantaggio, come osservato, deriva dal modesto volume sia dei combustibili che delle scorie radioattive: la produzione di energia elettrica di 1000 MW che in una tradizionale centrale a carbone richiede annualmente oltre 2.500.000 tonnellate, (circa 1.000.000m^3 pari all'incirca a una piramide di 140 m per lato di base per una uguale altezza), di combustibile fossile altamente inquinante, quale che siano i filtri utilizzati per i fumi, corrisponde nel nucleare a un consumo di 30 tonnellate di uranio arricchito, quantità che, tenendo presente la densità dell'uranio pari a poco più di 19 t/m^3, corrisponde a meno di 2m^3 , con vistose differenze sui costi di approvvigionamento e stoccaggio, anche tenendo conto della notevole difficoltà di estrazione del metallo in natura. Circa il rendimento, infine, va precisato che non esiste una rilevante differenza fra quello delle centrali termoelettriche, pari a circa il 34-35% e quello delle nucleari, pari a loro volta a circa 30-35%.

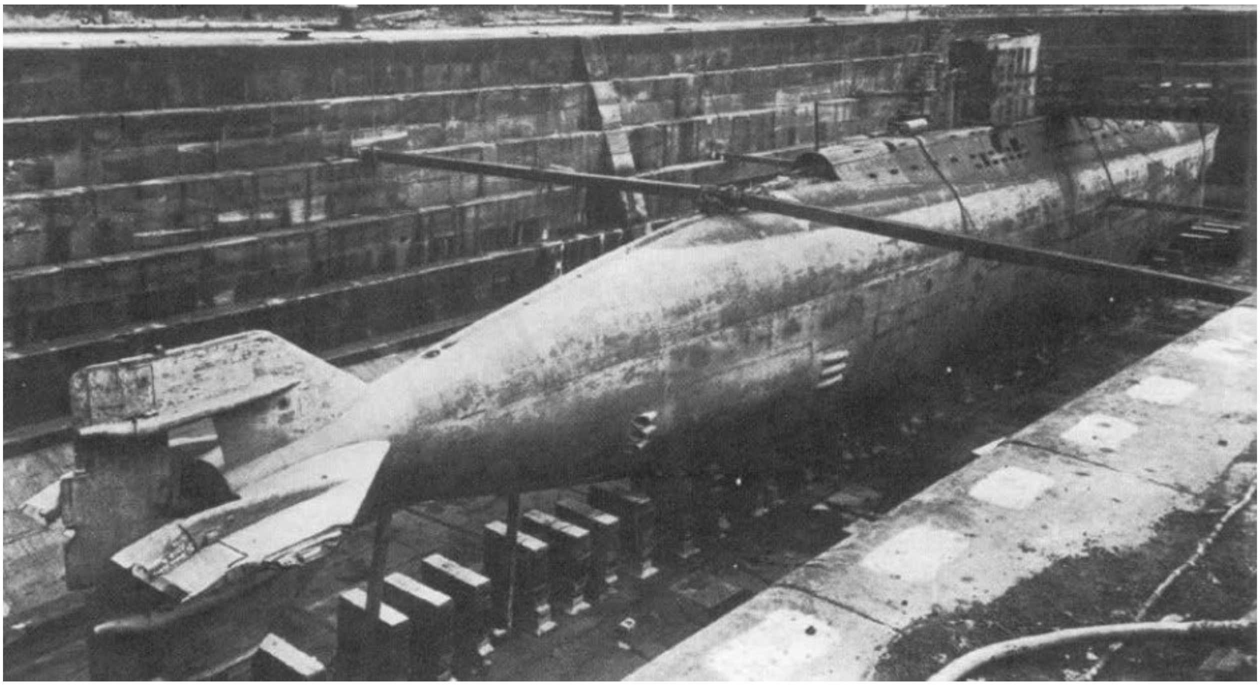
18 Ibidem, p. 13.

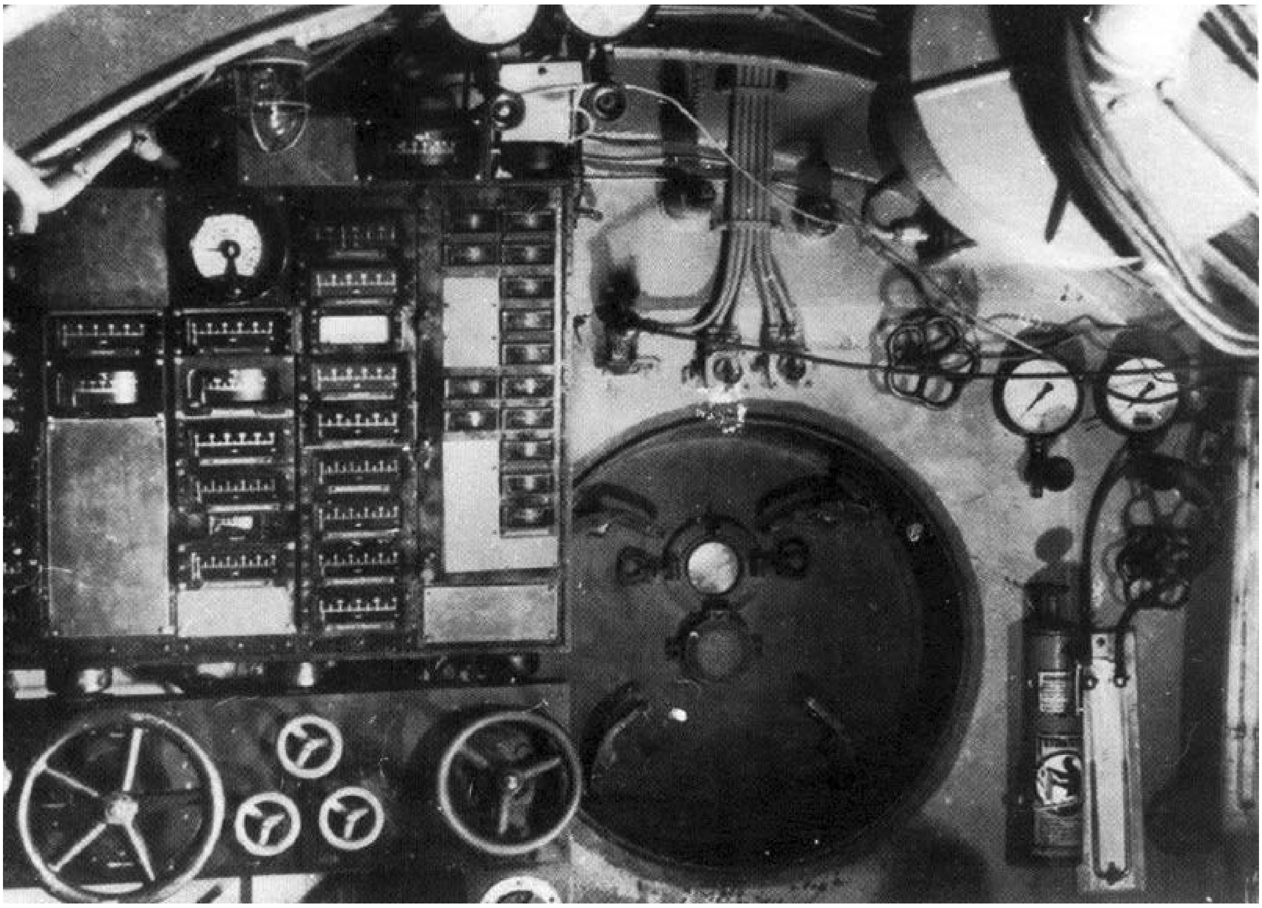
In alto: *schema di deposito per scorie radioattive.*

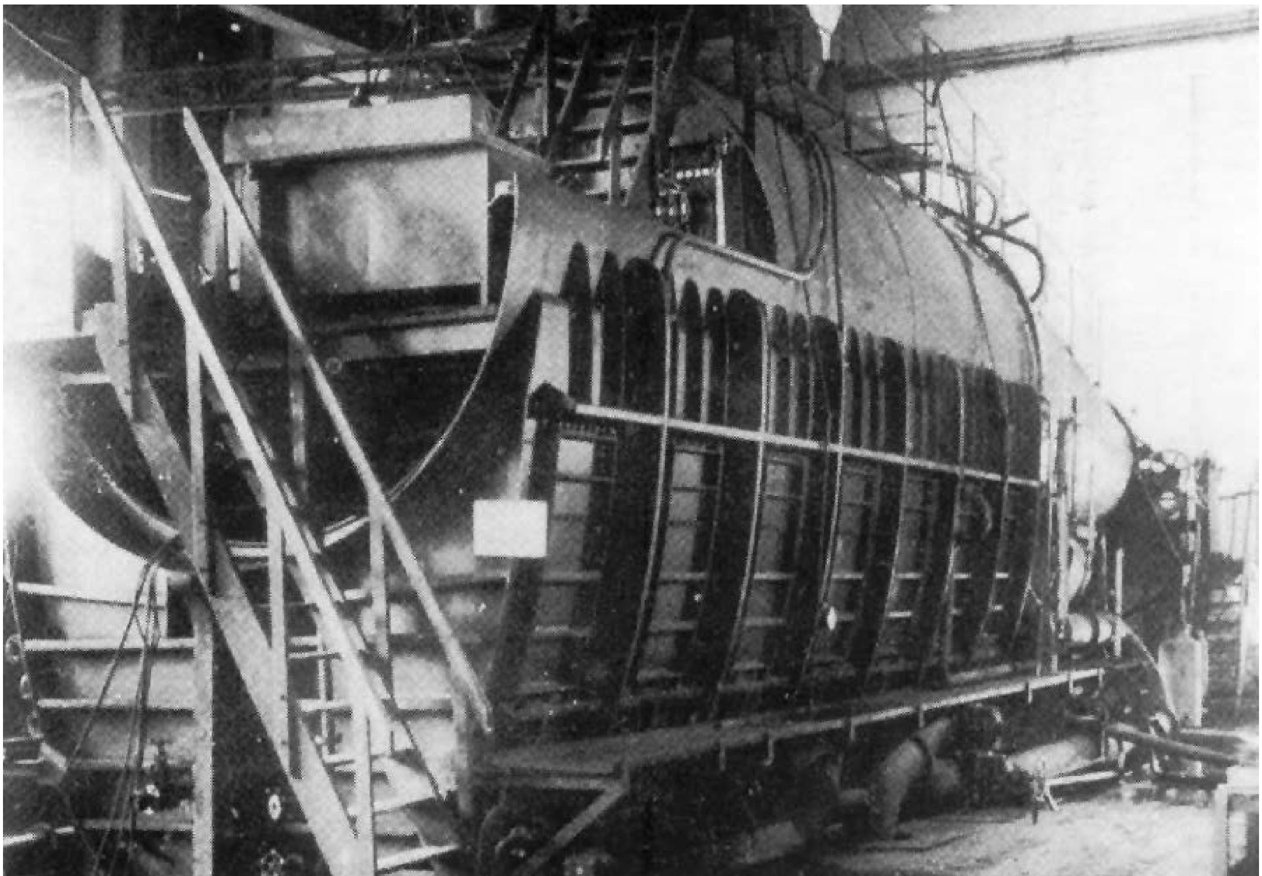
Propulsione nucleare

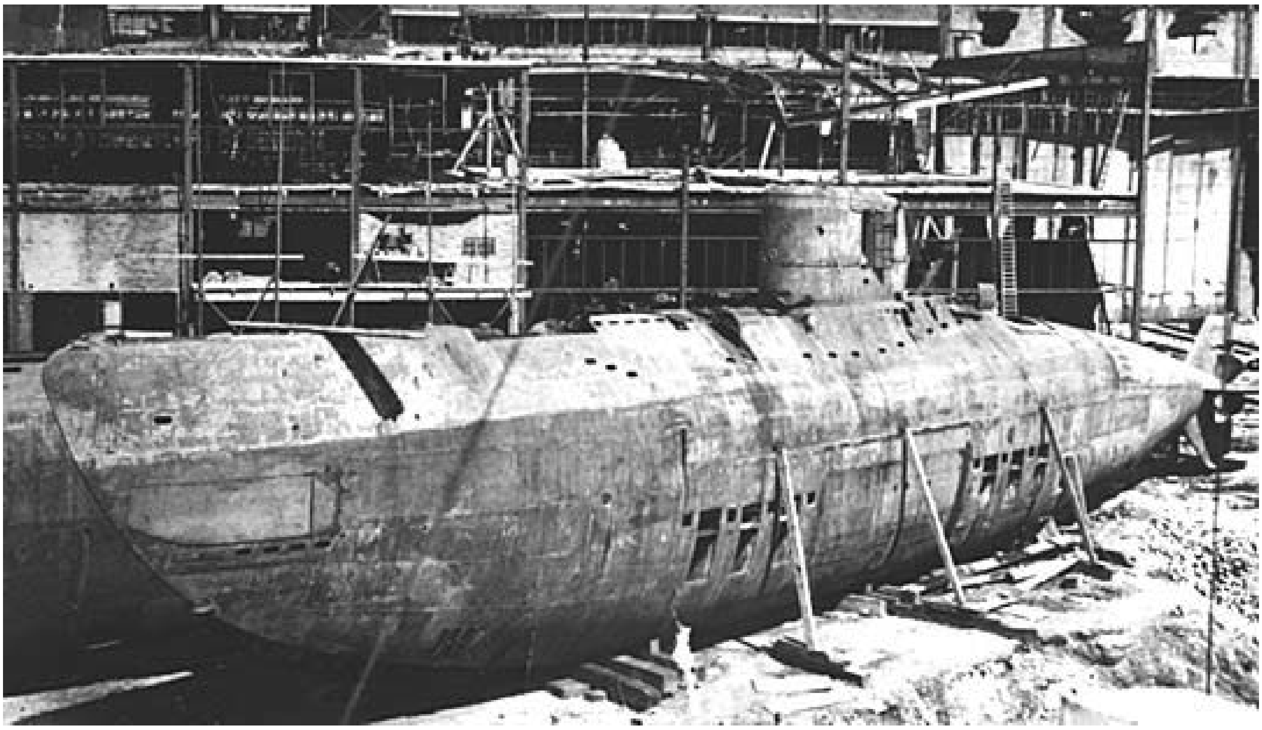
Sopra: *il prof. Hellmuth Walter.*
In basso: *un esemplare di U-Boot mod. XVII equipaggiato con sistema di propulsione Walter tipo AIP, progettato nel 1943 e consegnato durante il 1945.*

Dal momento che un reattore nucleare a fissione è controllabile, e quindi diviene in sostanza una sorta di caldaia capace di erogare grandi quantità di energia termica sebbene alimentata con piccole dosi di combustibile, senza alcun bisogno di aria o acqua dall'ambiente esterno, ostentava i migliori requisiti per essere adattato alla trazione, a patto ovviamente di ridurne al minimo le dimensioni. Peculiarità che nell'ambito dei mezzi di trasporto, militari e civili, significa economia d'ingombro e ampliamento dell'autonomia, connotazioni entrambe traducibili in vantaggi economici. Nel caso poi di mezzi militari, navali, aerei o terrestri oltre ai suddetti se ne uniscono di precipui, quali quelli strettamente legati all'indipendenza dai combustibili fossili o per ossidazione e dai periodici rifornimenti, vantaggi quindi garanti della piena autonomia. Non a caso tra le prime applicazioni vi furono appunto quelle in cui il consumo di aria era assolutamente impossibile, poco lo spazio disponibile o ingentissima la potenza richiesta sempre unitamente ad una grande autonomia: in altri termini per la propulsione dei sottomarini, dei grossi bombardieri e delle portaerei, con una sorta di corollario per le navi mercantili. Circa i primi, proprio per ovviare in qualche modo al loro bisogno di ossigeno erano stati ideati dei sistemi con macchine alquanto originali. Poco prima del conflitto, ad esempio, il: "professor Walter sottopose alla Marina tedesca, i progetti per un sommergibile 'puro', che utilizzava in una turbina a gas l'ossigeno prodotto dal perossido di idrogeno [acqua ossigenata] e che avrebbe dovuto sviluppare, sia pure per poche ore, una velocità di 25 nodi in immersione, sufficiente per giungere più volte a portata di un con-









Nella pagina a fianco: *in alto, il modulo di comando della turbina Walter; in basso, la turbina Walter prima di essere collocata all'interno dello scafo del sottomarino.*

In questa pagina: *in alto, uno degli U-Boot del tipo Walter, parzialmente disarmato nei cantieri di Barrow dove, al termine della guerra, gli inglesi tentarono di sviluppare ulteriormente l'ingegnoso sistema di propulsione; al centro è, infatti, possibile vedere una delle rarissime immagini del sottomarino HMS Meteorite, il punto di arrivo dello sviluppo effettuato dal gruppo di uomini ritratto nell'immagine a destra. Al centro, con la pipa, il prof. Helmut Walter.*

voglio. Consumato il perossido, il battello tornava a essere un battello normale, con un motore di scarsa potenza."[19]

Più che una soluzione un ingegnoso artifizio, peraltro non scevro da forti perplessità data la forte reattività del perossido di idrogeno a rilevante concentrazione, per cui al di là di alcuni esemplari sperimentali la propulsione Walter non venne mai utilizzata concretamente.

In cielo: il bombardiere nucleare

La guerra fredda determinò un febbrile e incessante controllo delle mosse, esigenza che divenne ossessiva quando entrambe le superpotenze si dotarono in abbondanza di ordigni termonucleari di enorme potenza distruttiva e di cospicuo ingombro. Difficile per noi oggi comprendere quelle ansie dal momento che: "da quei giorni, le armi atomiche sono passate da alcune bombe fissili, quasi esclusivamente americane, a una profluvie di armi all'idrogeno molto più potenti, assai più precise e anche in mani sovietiche. L'equipaggiamento militare è divenuto molto variato, per cui sono possibili più scelte; le armi sono divenute relativamente molto più care, per cui ogni errore viene a costare molto di più; le armi sono divenute molto più complicate…[per cui] l'equipaggiamento militare moderno non rientra più nelle tradizionali distinzioni fra armamento terrestre, aereo e navale, per cui i confini di proprietà fra le diverse Armi sono divenuti sempre più irrazionali."[20] E di ciò i primi chiari segnali si ebbero proprio ai prodromi della guerra fredda, quando dimostrandosi gli ordigni termonucleari ben poco precisi e, soprattutto, di improbo trasporto fu giocoforza pensare degli appropriati vettori, navali prima e aerei dopo. Scelta che finì per ricadere non appena le dimensioni delle bombe all'idrogeno divennero meno colossali sui vecchi bombardieri, che alla fine del conflitto avevano raggiunto un altissimo livello di prestazioni, per autonomia e carico utile (si fa per dire). Tra il 1945 e il '50 quei grandi apparecchi avevano garantito una superiorità americana sul bombardamento strategico, che si

19 Da F. RUGE, *La guerra sul mare 1939-45*, Milano, 1970, p. 268.

20 Da E. N. LUTTWAK, *Il Pentagono e l'arte della guerra*, Milano, 1986, p. 62.

In alto: *la fase di rimozione dei serbatoi di perossido di idrogeno, elemento altamente instabile e pericoloso. Furono molti i casi di incidenti, anche con svariate vittime e feriti, legati all'utilizzo di questo combustibile. Ciò ne pregiudicò in maniera definitiva il successivo utilizzo su larga scala, nonostante le indiscutibili potenzialità, di fatto superate soltanto diversi anni dopo, con l'introduzione della propulsione nucleare.*

ritenne in grado di annullare qualsiasi eventuale vittoria terrestre sovietica. Significativamente: "quando Stalin bloccò da terra Berlino Ovest, l'abbraccio mortale dell'esercito sovietico attorno alla città bastò a interrompere tutte le comunicazioni terrestri. Ma quando gli Stati Uniti e l'Inghilterra risposero organizzando un ponte aereo, l'Unione Sovietica non se la sentì di arrischiare una guerra aerea intercettando i loro velivoli. La grande superiorità statunitense nel bombardamento aereo strategico e nelle armi nucleari non fu sufficiente a evitare la crisi, e neppure a deciderne l'esito da sola, ma dettò le regole dello scontro. Essa fornì infatti un mantello protettivo invisibile ma pienamente efficace agli aerei da trasporto che con i loro pesanti carichi puntavano indisturbati verso Berlino Ovest sorvolando i cannoni antiaerei sovietici che stringevano ad anello la città."[21]

Ma nel nuovo scenario operativo il vero limite, però, stava proprio nella peculiarità intrinseca della guerra fredda che non essendo un conflitto esplicito, cioè dichiarato, né combattuto, ma soltanto latente ed incombente poteva in qualsiasi istante trasformarsi in effettivo, per cui gli strumenti di ritorsione in nessun caso avrebbero dovuto farsi trovare impreparati, nella fattispecie ancora fermi a terra. Anche un ritardo di pochi minuti, con le armi termonucleari avrebbe potuto significare la distruzione nel caso di un nemico pronto a sferrare il primo terribile colpo. Una sorta di Pearl Harbur gigantesca, consentita dalle potenzialità strategiche dei bombardieri e dei vettori e dalle potenzialità distruttive dell'energia atomica. Unica soluzione, mostrare sempre pronta a colpire, senza tempi di attivazione sia pur brevi, una simmetrica forza distruttiva non intercettabile. Il che significò mantenere

21 Da E. N. LUTTWAK, *La grande strategia dell'Unione Sovietica*, Milano, 1984, p.72.

Sotto: *un B-17 dell'US Air Force ripreso poco dopo il bombardamento di Focke-Wulf, Marienburg, il 9 ottobre del 1943.*

in perenne navigazione unità di superficie ed in particolare subacquee armate di missili a testata nucleare, ed ancora aerei sempre in volo con nei vani bombe gli ordigni nucleari. Ma l'autonomia di quest'ultimi si dimostrava del tutto insufficiente rispetto a quell'inedito compito: nel corso della guerra si erano sperimentati, proprio per incrementare l'autonomia di volo, e quindi il raggio operativo, dapprima dei serbatoi supplementari e poi il rifornimento in volo, ma in nessun caso quei palliativi si dimostrarono adeguati ai bisogni.

La soluzione sarebbe stata un singolare aereo dalle caratteristiche analoghe a quelle dei recentissimi sommergibili nucleari, un'unità cioè capace di volare senza limiti di tempo, o almeno per giorni invece che per ore, con le sue sole riserve energetiche. E si pensò, appunto, all'adozione all'interno della loro capace fusoliera di uno specifico reattore nucleare che ne alimentasse in qualche modo i propulsori. Trattandosi di un aereo, la prima caratteristica doveva esserne il peso, molto contenuto, pur nei limiti che la sicurezza nucleare imponeva, e la necessità di lasciare una riserva di portanza per il necessario carico utile. La soluzione fu trovata, intorno agli inizi degli anni '50, utilizzando un reattore nucleare che tramite uno scambiatore di calore a metallo liquido, portava ad altissima temperatura l'aria nelle camere di combustione dei motori a reazione, incrementandone il getto posteriore ad alta velocità. In pratica lo scambiatore di calore fungeva da sorgente termica, una variante della combustione degli idrocarburi.[22]

I vantaggi sulla carta erano notevoli e non inerenti alla sola autonomia: un aereo del genere, ad esempio, avrebbe pesato sempre lo stesso sia al decollo che all'atterraggio dopo qualsiasi volo, per lungo che fosse stato, con sensibile contrazione dei rischi d'incendio; né gli sarebbero occorsi capaci depositi di carburante nelle basi in cui eventualmente avesse voluto fare scalo. Vi erano, per contro, problemi del tutto inesplorati che giovava tener presenti: il suo equipaggio doveva essere protetto dalle radiazioni che, in misura maggiore o minore, erano emesse dal reattore e stentatamente schermate dalle protezioni proprio per la loro inevitabile relativa leggerezza. In caso d'incidente, l'area contaminata irreversibilmente sarebbe risultata enorme e anche a fine ciclo di utilizzo quegli apparecchi avrebbero posto seri problemi di demolizione: ma queste problematiche alle quali oggi siamo particolarmente attenti all'epoca era ampiamente sottovalutate e trascurate. La situazione geostrategica, inoltre, portò a ignorare anche le parziali critiche determinate da una più responsabile valutazione di quelle eventuali conseguenze e il programma passò dalla fase meramente teorica alla sperimentazione pratica.

Le specifiche richieste per il progetto Weapon System 125 A (Sistema d'Arma 125°) riguardavano tre punti fondamentali:

- volare per 40 ore alla velocità di Mach 0.9 all'altezza di 20.000 ft (circa 6.100 m);
- volare a Mach 2.5 per una distanza di 2.000 miglia (3.700 km) alla quota di 55.000 ft (circa 16.800 m);
- penetrare le difese nemiche mantenendo la velocità di Mach 0.9 alla quota di 500 ft (circa 150 m).

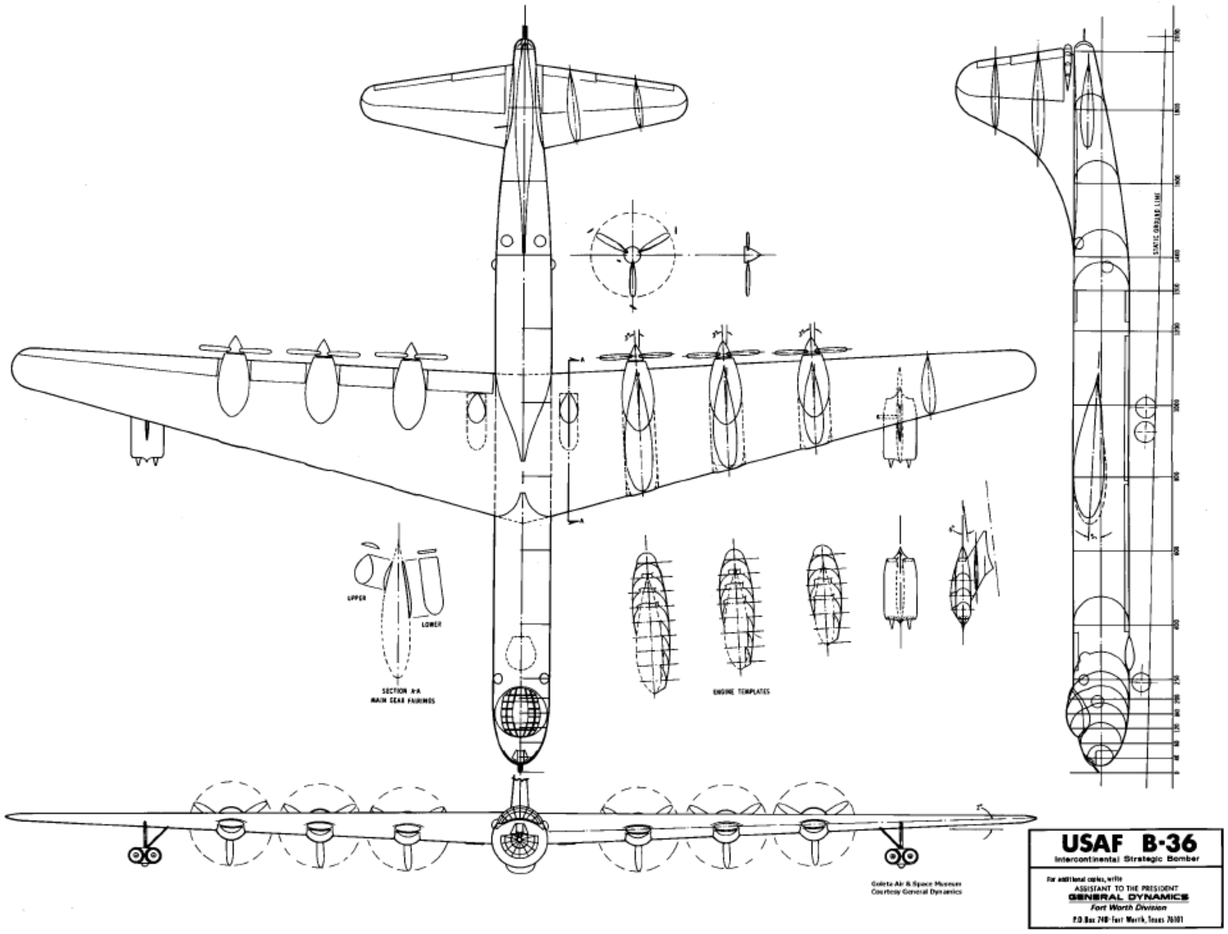
Alla metà degli anni '50 vennero costituiti allo scopo due gruppi industriali formati dalla *Convair* e *General Electric,* l'uno, e dalla *Lockheed* e *Pratt & Whitney*, l'altro, ai quali si unì più tardi anche la *Douglas*. Mentre nel secondo gruppo si studiavano diversi progetti molto innovativi, nel primo, per accelerare il progetto, si optò l'adeguazione di un bombardiere già esistente. Per entrambi la propulsione doveva essere assicurata esclusivamente da turbogetti, ovviamente alimentati, sia pure parzialmente, dal reattore nucleare. Queste le basilari caratteristiche di quei prototipi:

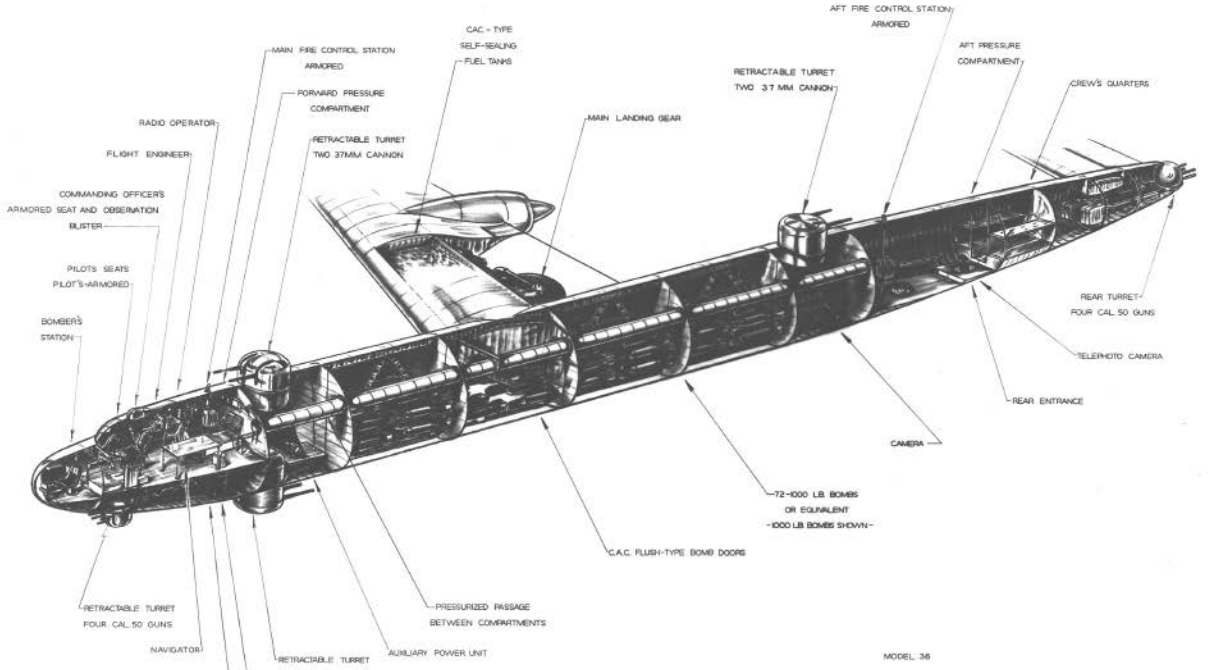
Caratteristiche	**Convair**	**Douglas**	**Lockheed**
Lunghezza m	51,91	48,92	48,92
Apertura alare m	40,89	50,09	50,09
Altezza m	13,13/15,54	15,54	15,54
Superficie alare m²	464,5	464,5	464,5
Propulsione	6 x J- 75 4 x XMA-1A	2 x J-75 2 x X211	4 x XMA-1C

La scelta dettata dall'urgenza della domanda portò all'adozione del bombardiere della *Convair*, il turboelica *B-336, Peacekeeper Bomber 36*, il più grande bombardiere della categoria, che ricevette perciò una serie di modifiche. L'apparecchio era entrato: "in servizio operativo con la US *Air Force* alla fine del 1948, passando al momento del programma a pro-

22 Per approfondimenti in merito cfr. V. CARTRIGHT, *Dream of Atomic-Powered Fligth,* in *Aviation History*, marzo 1995. Ancora D. R. JENKINS, T. LANDIS, *American X-Vehicles: An Inventory-X-1 to X-50, NASA Special Publication, Monographs in Aerospace History,* No. 31, giugno 2003. Infine J. MILLER, *The X-Planes: X-1 to X-45, Midland, Hinckley, 2001.*

Nella pagina a fianco: *disegni tecnici relativi al B-36 e sezione dello stesso.*

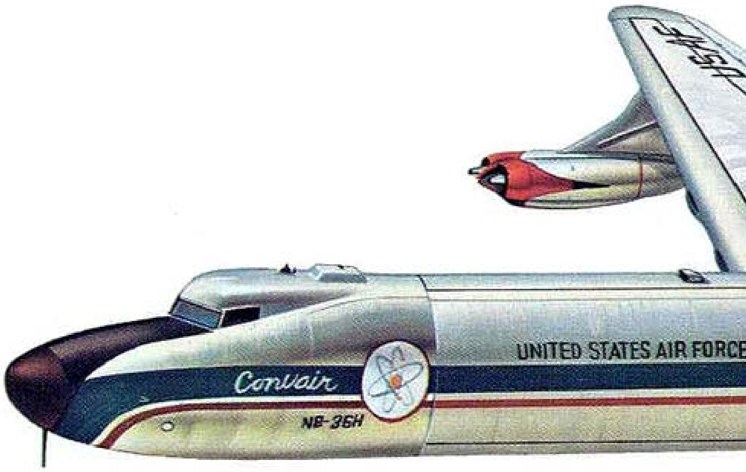

SECTION A-A
MAIN GEAR FAIRINGS
UPPER
LOWER
ENGINE TEMPLATES
STATIC GROUND LINE
USAF B-36
Intercontinental Strategic Bomber
For additional copies, write
ASSISTANT TO THE PRESIDENT
GENERAL DYNAMICS
Fort Worth Division
P.O. Box 748 - Fort Worth, Texas 76101
Goleta Air & Space Museum
Courtesy General Dynamics


MAIN FIRE CONTROL STATION ARMORED
C.A.C. - TYPE SELF-SEALING FUEL TANKS
AFT FIRE CONTROL STATION ARMORED
AFT PRESSURE COMPARTMENT
RETRACTABLE TURRET TWO 37 MM CANNON
CREW'S QUARTERS
FORWARD PRESSURE COMPARTMENT
RADIO OPERATOR
MAIN LANDING GEAR
RETRACTABLE TURRET TWO 37MM CANNON
FLIGHT ENGINEER
COMMANDING OFFICER'S ARMORED SEAT AND OBSERVATION BLISTER
PILOTS SEATS PILOT'S-ARMORED
BOMBER'S STATION
REAR TURRET FOUR CAL. 50 GUNS
TELEPHOTO CAMERA
REAR ENTRANCE
CAMERA
72-1000 LB. BOMBS OR EQUIVALENT -1000 LB. BOMBS SHOWN-
C.A.C. FLUSH-TYPE BOMB DOORS
RETRACTABLE TURRET FOUR CAL. 50 GUNS
PRESSURIZED PASSAGE BETWEEN COMPARTMENTS
NAVIGATOR
AUXILIARY POWER UNIT
RETRACTABLE TURRET TWO 37 MM CANNON
NOSE WHEEL
ENTRANCE DOOR AND LADDER
MODEL 36
CONSOLIDATED AIRCRAFT CORPORATION
SAN DIEGO, CALIF.
PH. 13609 36 Z 066
REF. 36 Z 002

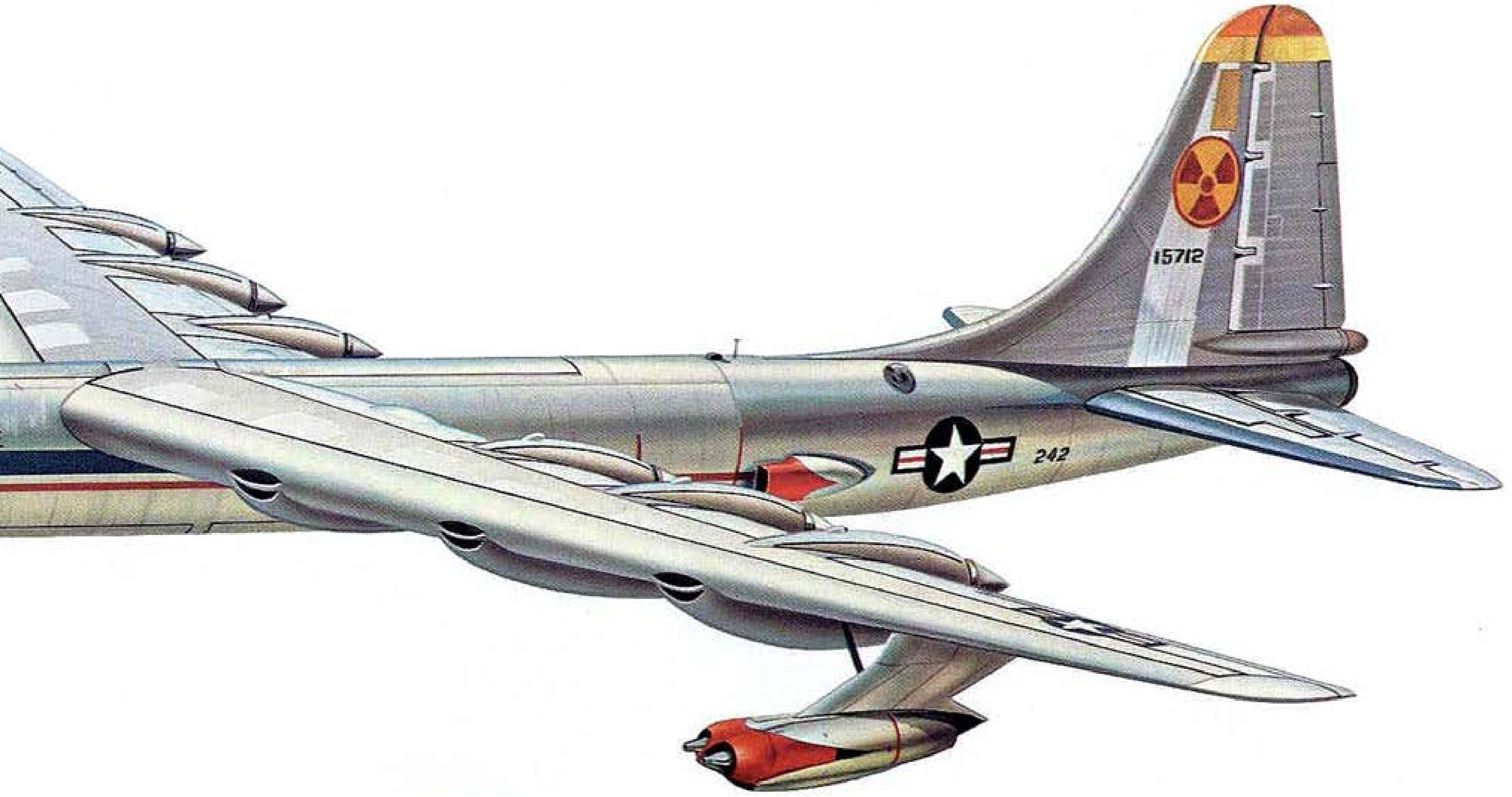
pulsione nucleare, alla *Strategic Air Command* (SAC) principale piattaforma di deterrente nucleare. Il B-36 era davvero enorme. Le dimensioni sono impressionanti anche oggi. Un'apertura alare di 230 piedi, [oltre 70 m] una lunghezza di 162 piedi [52 m], alto 46 piedi [15 m] con una superficie alare di 4.772sq ft [circa 520 m^2]. Il peso massimo disponibile per le bombe al decollo era di circa 200 tonnellate, capacità di carico per cui venne scelto dai responsabili del programma. Una quota massima di servizio di 39.900 piedi [circa 12.000] e una velocità di salita di 2.220 piedi al minuto [circa 220 m/min] erano ulteriori vantaggi ai fini della scelta. Individuato l'aereo, la fase successiva riguardò la conversione di un normale B-36 in un velivolo sperimentale. La modifica principale apportata alla cellula dell'originale B-36 era sulla sezione anteriore. La cabina equipaggio e avionica originale fu interamente sostituita da una massiccia struttura di 11 tonnellate, foderata di piombo e gomma."[23]

Ovviamente, come ricordato, le maggiori accortezze riguardavano la protezione dell'equipaggio dalle radiazioni ed un adeguato criterio per la razionale istallazione del reattore nucleare, sviluppato dalla *General Electric* e denominato ARE, *Aircraft Reac-*

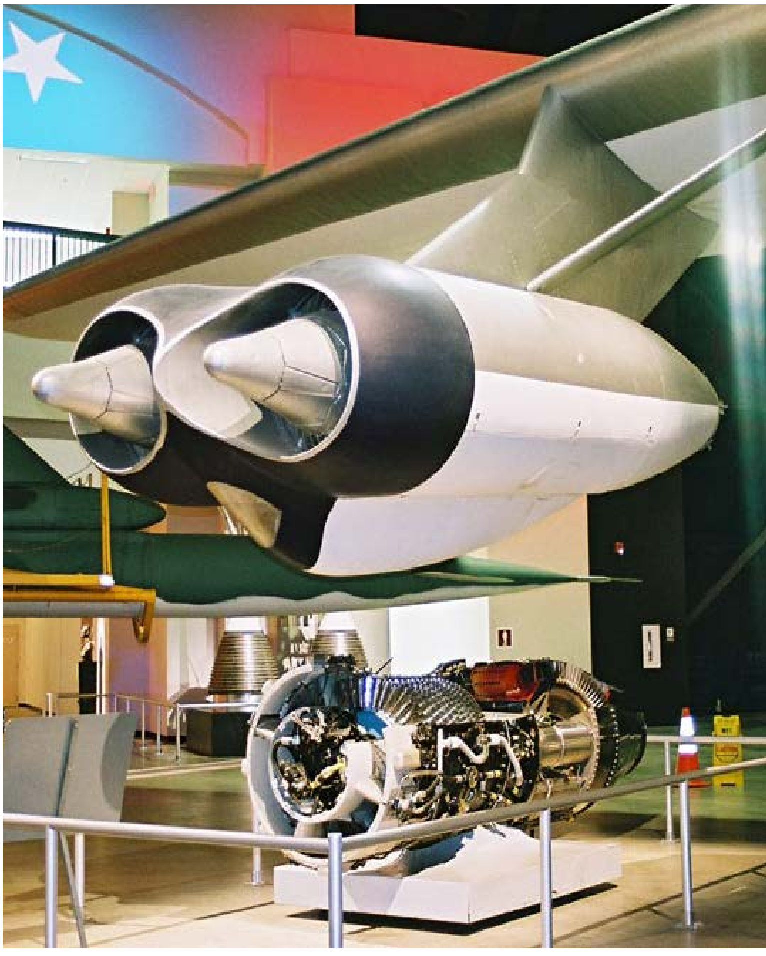
23 Cfr. R. COLON, *Flying on Nuclear, The American Effort to Built a Nuclear Powered Bomber*, in *Aviation-history.*



In queste pagine: *il bombardiere nucleare B-36 e, in dettaglio, i turbogetti binati General Electric J47-GE-19.*



tor Experiment. La macchina era comunque di tipo sperimentale funzionante con temperatura di picco di 860°, che impiegava il sodio fuso come refrigerante secondario, e veniva moderato dall'ossido di berillo, erogando una potenza di 2.5 MW. L'apparecchio assunse, una volta esaurita la trasformazione, la sigla di *Convair-B 36*. Il montaggio previde l'alloggiamento del reattore nella stiva centrale, adibita abitualmente a vano bombe, con i relativi condotti di alimentazione per i diversi motori. La pesante schermatura che isolava i piloti fece adottare un circuito televisivo interno per il controllo a distanza del reattore, che nel suo insieme raggiungeva il peso di 10 tonnellate, grosso modo equivalente a quello del carburante abitualmente presente al decollo. I voli iniziarono nel 1955 e proseguirono per due anni, per complessive 47 missioni, durante le quali non si usò mai il reattore nucleare, che finì per essere un semplice carico trasportato a bordo, sia pure in condizioni di potenziale funzionamento. Per aumentare la potenza dell'aereo, ai sei motori turboelica *Pratt e Whitney R-4360-53* si aggiunsero pure due turbogetti binati, *General Electric J47-GE-19*, fregiando la coda dell'apparecchio del simbolo adottato per gli apparati radioattivi.

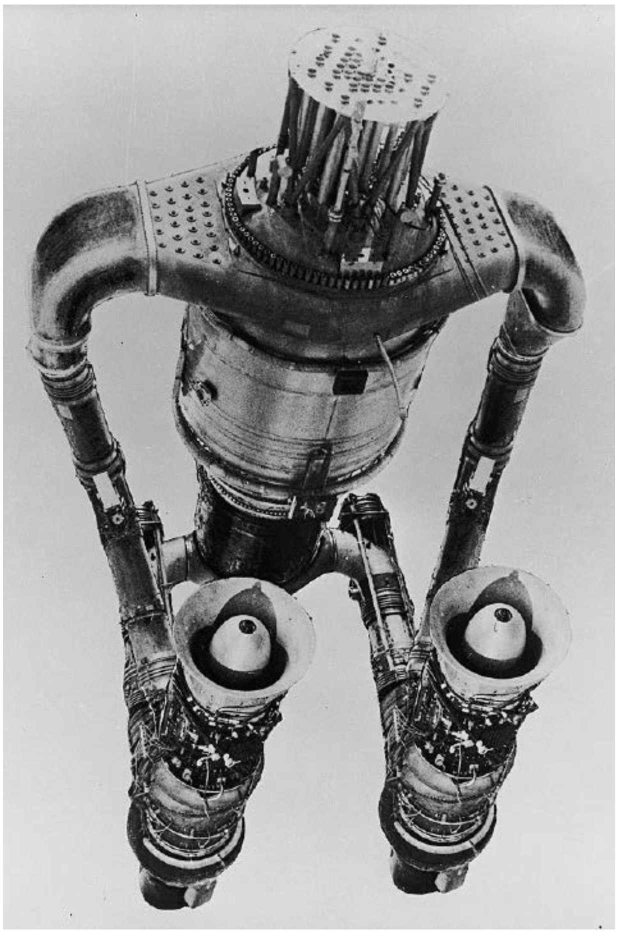


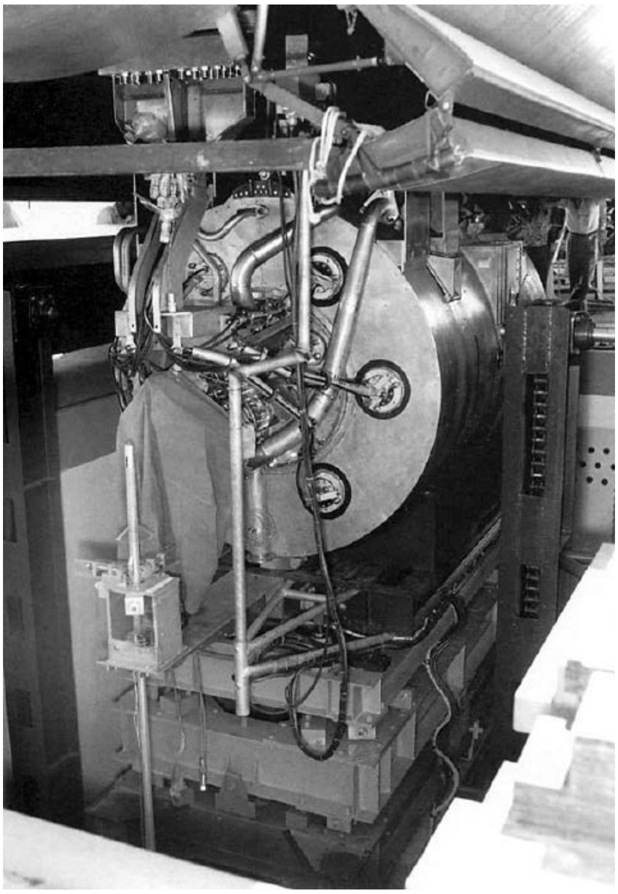
Circa il funzionamento della propulsione nucleare l'impianto previsto dalla *General Electric* contemplava che l'aria prodotta da un tradizionale compresso-

re aeronautico attraversasse il reattore riscaldandosi, agendo perciò nello stesso come refrigerante primario, per espandersi quindi nelle turbine, non diversamente, sotto il profilo tecnico, da quanto avveniva normalmente nei turbogetti, eccezion fatta per la rimarchevole differenza dell'assenza di una combustione. In pratica però a quel sistema definito diretto ne fu preferito un altro nel quale: "l'aria non doveva passare attraverso il nocciolo del reattore, ma attraverso invece uno scambiatore di calore. Il calore generato dal reattore è trasferito tramite un metallo liquido o acqua altamente pressurizzata, allo scambiatore di calore dove si trova l'aria aspirata dai motori, riscaldandola così nel suo spostamento verso la turbina. Gli ingegneri preferirono il ciclo indiretto perché più semplice da realizzare; i responsabili del programma, a loro volta, lo preferirono perché più veloce da sviluppare e produrre."[24]

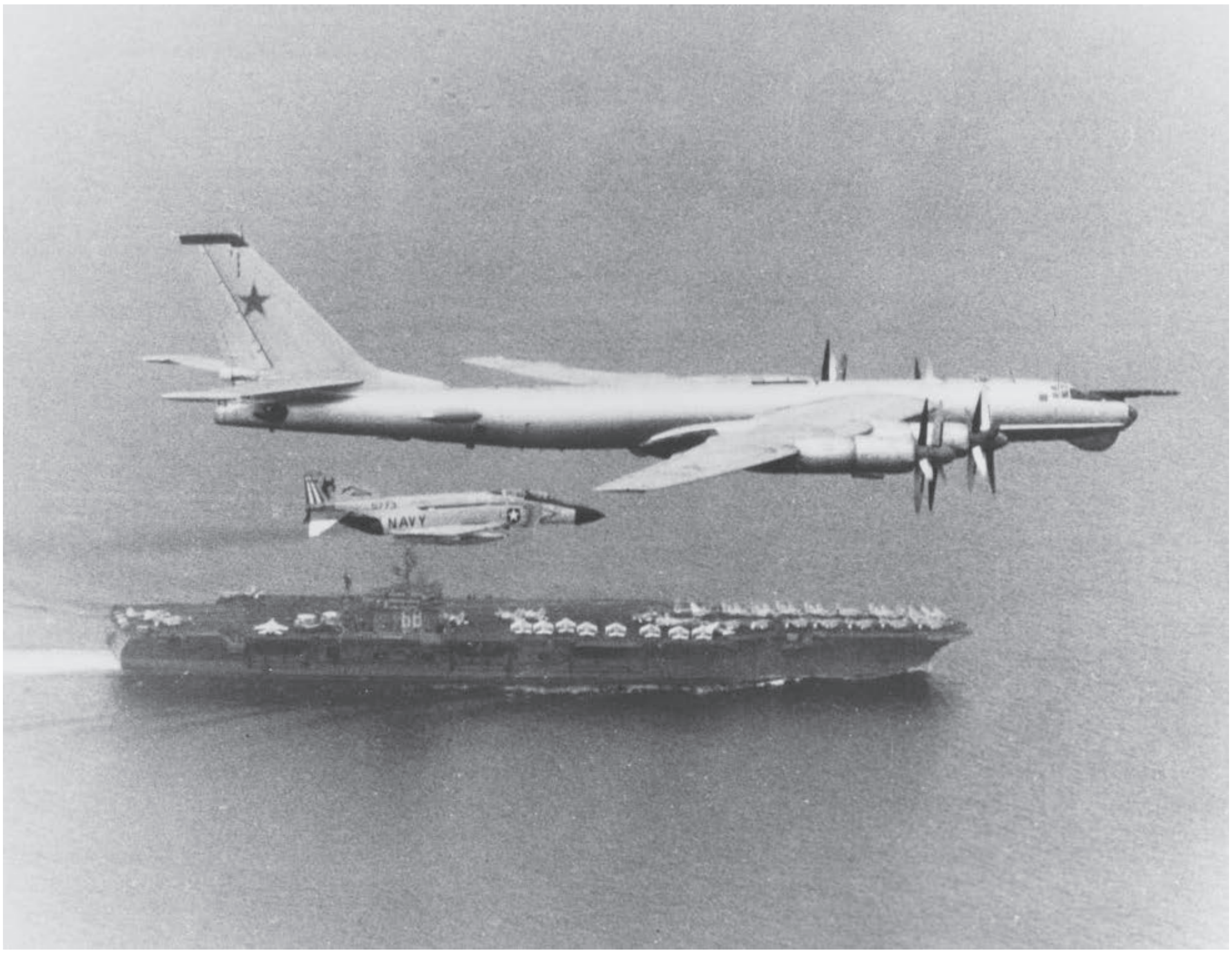
Sì sa, sebbene in maniera alquanto confusa, che anche i Sovietici effettuarono prove simili con un *Tupolev Tu-95* che, debitamente modificato, divenne dapprima il *Tu-95 LAL*, già progettato per la propulsione nucleare, e poi il suo ulteriore perfezionamento il *Tu-119*, sostanzialmente analogo per connotazioni e prestazioni al *Convair B-36* statunitense, che come lui non risulta aver mai avuto una vera utilizzazione concreta. La grande difficoltà di schermare le radiazioni, gli enormi rischi in caso di caduta e soprattutto gli immensi costi di tali programmi valsero alla fine a far sospendere quelle demenziali realizzazioni. Del resto quanto gravi fossero le preoccupazioni per un eventuale incidente lo conferma la scelta di rotte sempre lontane dai centri abitati e la scorta, in ogni volo, di un similare bombardiere ma tradizionale, con a bordo una speciale squadra, destinata ad intervenire immediatamente per delimitare la zona ed isolarla nel caso che un prototipo precipitasse. Incidenti fortunatamente non se ne ebbero mai; nonostante ciò vuoi per il migliorare della situazione internazionale, vuoi, ed è molto più probabile, per il migliorare della precisione dei missili balistici, si pensò bene di fare a meno di quei pericolosissimi bombardieri. Dismessi vennero smantellati e le loro parti radioattive sepolte nel deserto. Da quel momento la sola energia nucleare in volo fu quella a bordo dei satelliti per la loro alimentazione, e come testate termonucleari nei normali bombardieri.

24 Ibidem.





In alto: *propulsore nucleare sperimentale per jet.*
A fianco: *il propulsore nucleare del B-36 Convair.*
Nelle pagine seguenti: *il Tupolev Tu-95 mentre sorvola, scortato da un caccia statunitense, una portaerei; dettaglio della cabina di comando; una spettacolare immagine in volo.*


NAVY

Sul mare: la portaerei

La genesi delle navi portaerei si manifestò già nella Prima guerra mondiale, ovvero agli albori dell'aviazione militare, quando fu: "inequivocabilmente chiaro che in mare, come in terra, si doveva disporre di apparecchi da caccia, da combattimento e da ricognizione. Le opinioni furono però discordanti circa la reazione di tipi specialmente destinati alla guerra sul mare, se essi dovessero venire impiegati partendo da basi a terra o da navi portaerei, se dovessero far parte della Marina o di una terza forza armata o se la loro arma principale contro unità navali nemiche dovesse essere la bomba o il siluro. La pratica della guerra ha chiarito questi problemi senza tener conto delle teorie del tempo di pace o di particolari ambizioni. Il Patto navale di Washington limitò il dislocamento delle navi portaerei a 27.000 t e l'armamento massimo al 203 mm… [ed] il tonnellaggio globale di questa classe di navi ad un po' più di un quarto del tonnellaggio delle corazzate."[25]

Forse fu un caso ma diversi storici hanno osservato una singolare circostanza nell'attacco giapponese a Pearl Harbor: le navi che vennero colpite e in buona parte distrutte erano corazzate ed incrociatori, ma nessuna portaerei. Nel Pacifico, infatti:" c'erano tre grandi portaerei americane, due a Pearl Harbor, la *Lexington* e la *Enterprise* e una a San Diego, la *Saratoga*. Il 28 novembre Washington dà l'ordine di partenza alla *Enterprise*, e ad 11 navi da scorta tra incrociatori e cacciatorpediniere. Il loro compito era quello di portare 12 aerei ai marine di stanza nell'isola di Wake (molto distante dalle Hawaii). Il 5 dicembre riceve un altro ordine da Washington la *Lexington*. Anche per lei aerei da consegnare ai marine. Stavolta sono 18 con destinazione le Midway. Con lei partono altre 8 navi di scorta. Con queste apparentemente inutili missioni Washington aveva messo in salvo tutte le portaerei e altre 21 modernissime navi da guerra. A Pearl Harbor rimangono 90 unità, tutte relativamente vecchie comprese 8 corazzate con oltre trent'anni di "carriera."[26]

25 Da F. RUGE, *La guerra sul mare…*, cit., p. 22.

26 Sulle strane coincidenze che videro del tutto inerte la vigilanza americana, e pressoché assente qualsiasi reazione all'attacco giapponese che pure diversi indizi facevano ormai ritenere imminente, cfr. S. SCHIAVI, *Pearl Harbor: il grande inganno di Franklin Delano Roosevelt*, in STORIA, rivista online, 2 settembre 2008.

Sotto e in alto, nella pagina a fianco: *la USS Lexington in cantiere a Norfolk e in navigazione.*
In basso, nella pagina a fianco: *le USS Saratoga e Lexington.*

海軍省許可濟第七八三號
6

Le portaerei che diverranno le protagoniste dei successivi scontri nel Pacifico fino alla sconfitta del Giappone, al momento dell'attacco, come ricordato, non erano in porto evitando così la distruzione che avrebbe determinato serie difficoltà agli Stati Uniti per la condotta successiva della guerra. Certamente: "l'America aveva subito un grave disastro, che sarebbe potuto essere assai più rovinoso se i giapponesi avessero saputo sfruttare tutte le possibilità ad essi offertesi. Effettivamente, le due portaerei rimanevano intatte, e l'arsenale e i depositi di carburante erano stati risparmiati."[27] Quella mancata distruzione dimostra che il ruolo strategico delle portaerei era ormai risaputo, in particolare nei grandi spazi oceanici, per cui diversamente dalle navi corazzate e dai pesanti incrociatori che uscirono dalla guerra superati e militarmente ormai reputati inutili, la portaerei invece assurse a fattore dirimente. Pertanto in conseguenza proprio del ruolo strategico svolto dalle portaerei durante il conflitto se ne definì più precisamente la struttura in relazione ai compiti operativi, partendo dal presupposto che: "la nave portaerei è un'unità eminentemente strategica poiché in sostanza non è che il mezzo per dare al velivolo, di limitato raggio di azione, l'aggiunta della più estesa e sicura autonomia navale, per ottenere così l'impiego efficace dell'aeronautica nei più vasti spazi marittimi ed oceanici. Essa risolve il problema di portare l'offesa aerea da una sponda all'altra di un oceano, o anche fra due lontani estremi di un ampio mare interno, poiché col carico di bombe le autonomie reali sono state ridotte… ma il vantaggio capitale della nave portaerei è la possibilità di sicuro svolgimento del secondo impiego considerato ossia

27 Da B. MILLOT, *La guerra del Pacifico*, trad. B. Oddera, Verona, 1972, p. 64.

Nelle pagine precedenti e sopra: *l'attacco alla base navale di Pearl Harbour.*

di quello continuativo, riguardante i servizi ausiliari delle navi in moto. Gli apparecchi destinati all'esplorazione tattica e alla scorta antisommergibile si darebbero a turno il cambio con facilità ad orario fisso partendo dalla loro nave e ritornandovi… Con maggiore disponibilità di navi portaerei si potrebbe avere da esse anche la massa offensiva, bombardiera e silurante, con ben altra possibilità di sicuro impiego immediato al presentarsi d'una improvvisa circostanza, rispetto al tardo intervento dell'arma aerea proveniente da terra..."[28] Entrambi i ruoli ricordati se fornivano agli aerei imbarcati un maggior raggio di azione, difensivo o offensivo che fosse, implicavano a loro volta che la stessa nave portaerei ne avesse il numero più cospicuo possibile, fermo restando una adeguata autonomia sia dal rifornimento periodico del proprio combustibile che di quello degli aerei imbarcati e di munizioni per entrambi. E questa basilare esigenza sembrava coniugarsi in pieno con le potenzialità della propulsione nucleare, per cui non fu affatto casuale che sia stata proprio la *U.S. Navy* a sviluppare la tecnologia nucleare con la sua l'adozione per la propulsione dei sottomarini e delle portaerei, tant'è che la stessa istituzione ha utilizzato più di qualsiasi altra l'impiego di reattori nucleari, marina sovietica inclusa.

Circa gli apparati motori delle portaerei va ricordato che: "la propulsione avviene su 2 o 4 assi a seconda della potenza impiegata. La potenza massima su ciascun asse finora realizzata è di 50 MW (portaerei *Enterprise*). Normalmente si raggiungono i 35-45 MW/asse. Si usano turbine con doppia riduzione e generatori di vapore ad elevata pressione ed alta temperatura di surriscaldamento.

Specialmente le grandi portaerei si prestano bene all'impiego della propulsione nucleare… Oltre il vantaggio della grandissima autonomia, questo tipo di propulsione consente di eliminare completamente l'inconveniente dello scarico dei fumi della combustione. Si noti, però, che la prerogativa principale del motore nucleare per le navi di superficie, e cioè la grande autonomia, non può essere qui sfruttata in pieno in quanto le portaerei, dovendo provvedere al rifornimento del combustibile per gli aerei, hanno l'autonomia precisamente legata a tale disponibilità che è di gran lunga inferiore a quella del combustibile nucleare."[29]

In conclusione anche trascurando l'indipendenza dal prelievo di aria dei reattori nucleari, peculiarità che si rivela basilare e imprescindibile nei sottomarini affrancandoli dalle periodiche emersioni, il vantaggio primario della propulsione nucleare per unità navali di superficie insiste, come accennato, nella loro straordinaria autonomia e nella enorme potenza garantita da quel tipo di macchina. Pertanto nella: "seconda metà degli anni Cinquanta la Marina americana, di fronte a responsabilità d'intervento sempre maggiori e che coprivano tutte le aree marittime del globo, prese in esame le possibilità operative per avere una *task force* d'attacco costituita esclusivamente da navi di superficie propulse dall'energia nucleare. Una soluzione di questo tipo, sostanziata in una grande portaerei e in unità per la scorta a.a. e a.s. avrebbe offerto la possibilità di disporre di un potente gruppo navale, in buona parte svincolato dai legami col treno logistico della squadra, se non per quanto riguardava i rifornimenti di carburante e armi per i reparti aerei imbarcati, oltre a munizioni, viveri, parti di ricambio per le unità. Ma anche queste necessità sarebbero state di frequenza relativa e comunque molto più diluite nel tempo e nello spazio rispetto alle necessità logistiche di una qualsiasi *task force* mossa dalla propulsione convenzionale. Infatti le navi nucleari avrebbero avuto la caratteristica di un grande risparmio di spazio dovuto all'eliminazione dei grandi depositi di combustibile e a un ridimensionamento di quelli riservati ai normali apparati motori, il che avrebbe favorito maggiori possibilità di spazi per i depositi di carburante avio, armi, munizioni, viveri, ecc. aumentando sensibilmente il livello di indipendenza operativa…"[30]

Ovviamente non mancano altrettante vistose controindicazioni, prima fra tutte l'altissimo costo connesso sia alla progettazione che, soprattutto, alla costruzione delle unità a propulsione nucleare, per non parlare di quello di servizio e del gravissimo problema dello smaltimento delle scorie radioattive prodotte dai reattori, per finire con quello altrettanto ingente della loro demolizione. A questa serie di problematiche si affianca, altrettanto rilevante e variegata, quella connessa con la sicurezza dell'equipaggio, che deve essere pienamente protetto dai rischi delle radiazioni e dalle eventuali contaminazioni ambientali per incidenti. Del resto basterebbero gli oneri derivanti dalle precauzioni adottate per

28 Da O. DI GIAMBARDINO, *L'arte della guerra in mare*, III ediz. Roma, 2002, p. 190.

29 La citazione è tratta da DIZIONARIO D'INGEGNERIA, a cura di F. Filippi, Torino, 1977, vol. IX alla voce 'portaerei', p. 271.

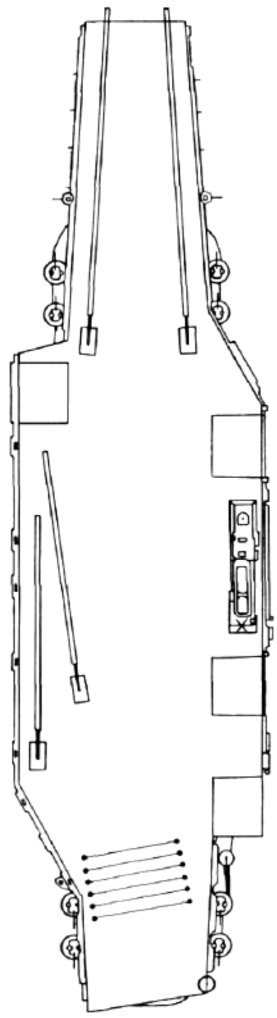
30 La citazione è tratta da STORIA DELLA MARINA, diretta da G. Giorgerini, Milano, 1978, vol. VI, p. 1770.

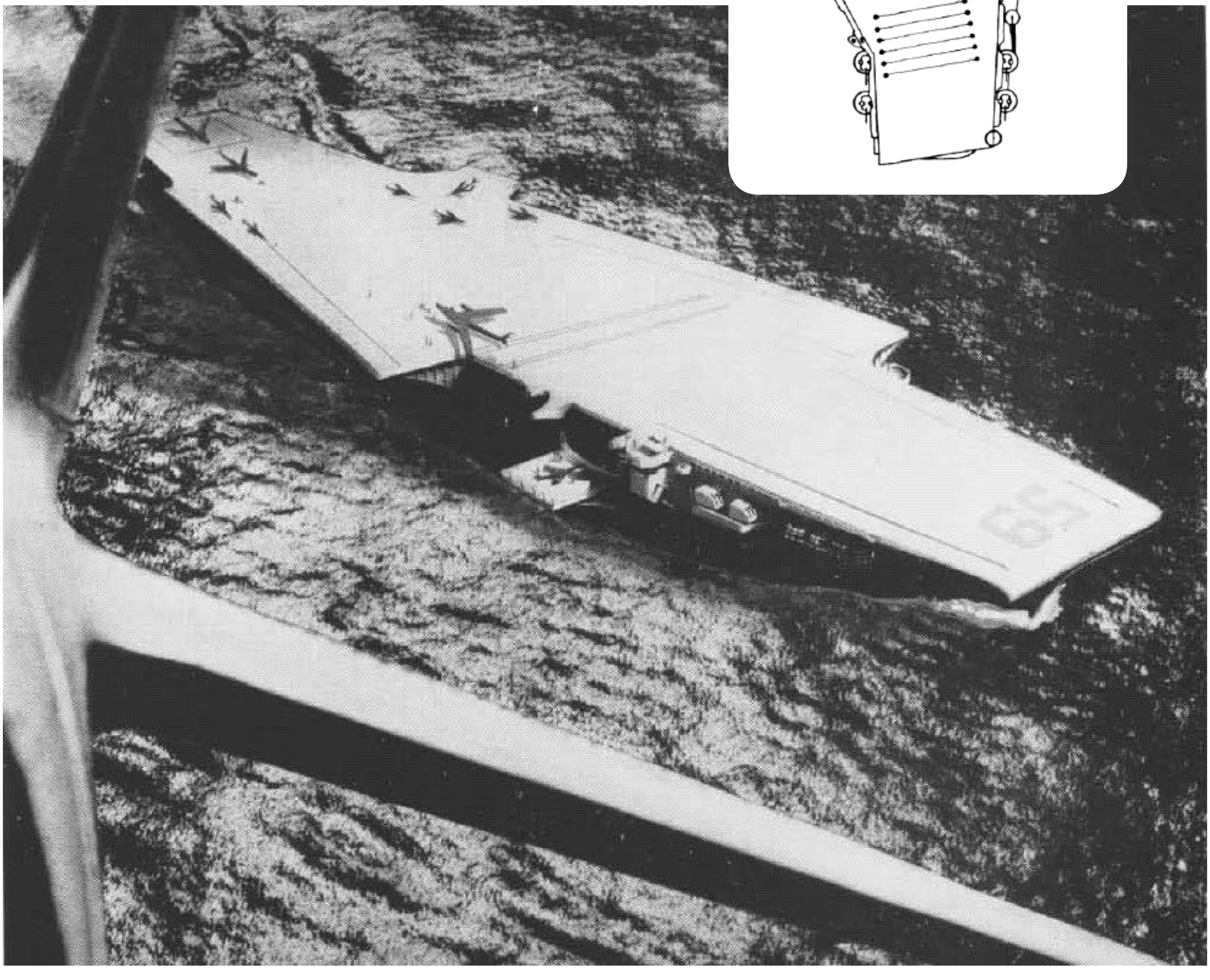
l'ormeggio nei porti civili di una unità del genere per far evidenziare rischi e costi, del tutto inesistenti per navi tradizionali quale che ne sia la dimensione.

Con l'inizio degli anni '50 la *U.S. Navy*, per quanto detto, avviò un programma di costruzione di nuove portaerei a cui da tempo si era preparata, che culminò nell'entrata in servizio il 1° ottobre del 1955 della *Forrestal*. Con lei iniziò: "l'ultima generazione delle nuove portaerei [non nucleari] che ancora prosegue… impostata nel 1952, la *Forrestal* entrò in squadra nel 1955, seguita dalla *Saratoga* nel 1956, dalla *Ranger* nel 1957, dall'*Indipendence* nel 1959."[31] A queste si unirono, pochi anni dopo, la *Constellation* e la *Kitty Hawk* entrate in servizio nel 1961-62 mirando ad un totale di 15 portaerei d'attacco con ben 800 aerei a bordo.

31 Ibidem, vol. VI, p. 1662.

Sotto ed a fianco: *studi grafici per la realizzazione della nuova generazione di super-portaerei, 1952.*





Nel frattempo i reattori nucleari utilizzati per i primi sottomarini, dando prova di piena affidabilità e di ragguardevoli vantaggi, consentirono in breve volgere di elaborarne anche di adeguati alle navi di superficie ed in particolare proprio alle portaerei. Nel 1957 pertanto fu concessa alla *U.S. Navy*: "l'autorizzazione per la costruzione della prima portaerei mossa dall'energia nucleare. Nel febbraio dell'anno seguente fu impostata l'*Enterprise*; alla fine del 1961 essa entrò in servizio come la più grande nave da guerra che mai avesse preso il mare. Lunga oltre 335 metri, con un dislocamento a pieno carico di oltre 90.000 tonnellate, l'*Enterprise* poteva navigare ininterrottamente per 5 anni o per oltre 400.000 miglia a una velocità di 20 nodi, senza bisogno di cambiare il 'core' o 'nocciolo' dell'apparto nucleare. La sua linea di volo non differiva da quella delle altre portaerei d'attacco in modo significativo: poteva contare dai 70 ai 100 aerei a seconda del tipo…"[32]

32 Ibidem, vol. VI, p. 1767.

In alto: *due immagini della portaerei USS Forrestal, varata nel 1955.*

65

Lunghissima la sua vita operativa, che ha superato i 50 anni, rendendola la seconda nave più longeva in assoluto della *U.S. Navy*, venendo avvicendata decenni dopo da altre portaerei nucleari in particolare della classe Nimitz, le più grandi e potenti portaerei in assoluto attualmente in servizio. Per farsene un'idea basti pensare che ciascuna delle 10 unità di questa classe, ha oltre 5.000 uomini di equipaggio, suddivisi tra l'equipaggio propriamente detto della nave, circa 3.200 uomini, e quello invece interente alla linea di volo composta da 80 apparecchi, circa 2.500 altri. Ogni nave oltre ad avere un proprio codice postale dispone di una stazione televisiva interna, stampa un giornale quotidiano ed ha una produzione elettrica sufficiente per un'intera città di medie dimensioni, con potenza motrice in grado di far navigare una massa di 100.000 tonnellate alla velocità di 30 nodi. Funzioni solo apparentemente esagerate, ma in realtà suggerite e rese indispensabili per l'equipaggio.

Dal punto di vista dimensionale il loro ponte di volo è lungo circa 330 metri, per una larghezza massima di una ottantina, e le corsie di decollo e di atterraggio sono divaricate di circa 9° per una migliore utilizzazione dello spazio disponibile. Relativamente a quest'ultima peculiarità va osservato che un importante perfezionamento: "è stato introdotto con il *ponte angolato*... In realtà è la sola pista di appontaggio che risulta tracciata diagonalmente, con apertura sul

Nella pagina precedente ed in questa: *la USS Enterprise CVAN-65. Ordinata nel 1957 ai costruttori Northrop Grumman Shipbuilding Newport News, venne varata nel 1960 ed ebbe una lunghissima la vita operativa (1962-2012). È stata la prima portaerei a propulsione nucleare della Marina degli Stati Uniti.*

lato sinistro, e con un angolo 6°-8°. Si conseguono in tal modo i seguenti risultati:

-la pista di appontaggio rimane svincolata dalle altre zone del ponte e, principalmente, non interferisce con la zona centrale adibita alla preparazione degli aerei… [per cui] l'aereo stesso, in caso di errata manovra, può «riattaccare motore», ripartendo dalla stessa pista per effettuare un nuovo tentativo di appontaggio;

-la pista di appontaggio risulta più lunga della pista su ponte di volo normale;

-il peso trasversalmente eccentrico del ponte angolato serve a compensare il peso della sovrastruttura (*isola*) sul lato opposto."[33]

La custodia degli aerei non in servizio è ricavata sotto il ponte di volo, in alti hangar, dai quali al momento opportuno quattro elevatori provvedono a portarli sul ponte. Circa l'armamento, le unità di classe Nimitz dispongono di armi nucleari tattiche ed il costo complessivo di ciascuna si aggira intorno ai 4 miliardi di dollari, contro i circa 300 milioni di un incrociatore nucleare da 10.000 tonnellate.

Da un punto di vista strettamente costruttivo le portaerei nucleari ben poco hanno in comune con le tradizionali, sia per dimensioni e disposizioni interne, sia per le modalità operative, sia infine per la longevità di servizio attualmente prevista di una cinquantina di anni. Nulla del genere neppure vagamente confrontabile esisteva in precedenza, per cui ne derivò oltre a un impiego tattico del tutto innovativo, anche uno strategico altrettanto rivoluzionario. Per meglio sfruttare quest'ultima connotazione prodotta da una autonomia tanto considerevole, era però necessario che le navi di scorta alle portaerei vantassero una analoga autonomia, prestazione che le poteva derivare solo dall'adozione di apparati propulsori anch'essi nucleari. Furono costruiti perciò alcuni incrociatori nucleari a partire dal *Long Beach* della *U.S.Navy*, impostato nel 1957, da 17.350 tonnellate, entrato i servizio nel 1961, propulso da due reattori ed armato esclusivamente con sistemi missilistici, capace di navigare senza alcun rifornimento per oltre 4 anni. A questo seguì nel 1959 l'incrociatore

33 La citazione è tratta da DIZIONARIO D'INGEGNERIA…, cit., vol. IX, p. 268.

Dall'alto: *hangar per deposito aerei sull'*Enterprise *e dettaglio di un elevatore per gli stessi.*

leggero *Bainbridge*, da 8.600 tonnellate, entrato in servizio nel 1962, per una squadra complessiva composta di quattro unità tutte a propulsione nucleare.

In alto: *l'incrociatore a propulsione nucleare USS Long Beach.*
Sopra: *l'incrociatore a propulsione nucleare USS Bainbridge.*

Il rompighiaccio

La grande autonomia consentita dalla propulsione nucleare, dopo i sottomarini e prima ancora delle portaerei, trovò un altro campo di applicazione navale, una sorta via di mezzo tra il militare ed il civile: quello dei rompighiaccio. Dal punto di vista tecnico i tradizionali più evoluti e potenti: "sono attrezzati con casse di zavorra laterali le quali permettono alla nave, facendo circolare acqua da un lato all'altro, di oscillare e quindi di liberarsi dalla morsa dei ghiacci... sono dotati di apparati motore Diesel-elettrici, che hanno grande elasticità di funzionamento e bassi consumi… e, sulle navi più grandi, di uno o più elicotteri; di lanciabombe o di cannoni per abbattere eventuali ostacoli rappresentati da ammassi di ghiaccio; di specializzati servizi di soccorso e pronta assistenza e di perfezionati apparati per la navigazione e il rilevamento dei ghiacci anche in condizioni di visibilità nulla… debbono aprirsi un varco il più rettilineo possibile ed entro il minore spessore di ghiaccio; le navi più piccole lavorano per urto, fendendo il ghiaccio con la prora a mo' di cuneo; quelle maggiori agiscono, se necessario, spaccando i lastroni col proprio peso, cioè sormontandoli di prora. Se il ghiaccio ha spessori superiori ai 2,5 m si deve operare con entrambi i metodi eseguendo una successione di manovre a "lisca di pesce", se del caso indebolendo la massa con lancio di cariche esplosive. Essenziale, per il compito che devono svolgere i rompighiaccio, è un elevato rapporto tra la stazza e la potenza motrice: alla nave, infatti, è richiesta la possibilità di manovra in acque ristrette, un'elevata accelerazione per ottenere il massimo abbrivio in poco spazio, una potenza di trazione all'indietro pari a quella in avanti. Le prestazioni di un rompighiaccio hanno portato alla realizzazione di eliche appositamente studiate per le manovre di attacco ai ghiacci: esse hanno diametro moderato, con elevato rapporto del passo col diametro; sono di norma a tre pale ampie, corte e robuste, fatte in acciaio speciale a elevata resistenza; sono sempre del tipo a passo variabile. Le eliche sono sistemate in un'ampia luce diametrale rispetto alla carena per evitarne il bloccaggio a causa del ghiaccio; vengono poste di solito due a poppa e una a prora, oppure tre a poppa, con quella centrale di potenza doppia rispetto alle altre due; l'elica di prora offre il vantaggio di facilitare la rottura dei ghiacci per effetto della depressione causata sotto di essi in seguito al moto di aspirazione dell'acqua; di contro è più soggetta a danni proprio per la sua posizione in avanti."[34]

Già da queste sintetiche osservazioni si evincono pienamente i vantaggi offerti dalla adozione, per la particolare tipologia navale, della propulsione nucleare: senza dubbio un'unità del genere costava di gran lunga di più di una simile a propulsione tradizionale; senza dubbio l'istallazione a bordo di un reattore nucleare in relazione al duro impiego poneva seri problemi per la sicurezza dell'equipaggio e per l'eliminazione delle sue scorie radioattive, ma vi furono due validi motivi perché l'URSS, l'unica potenza che se ne dotò, le costruisse. Innanzitutto come diretta conseguenza della rigida pianificazione sovietica che determinò l'insediamento di grossi centri abitati in regioni dal clima invernale polare, per ragioni meramente economiche e strategiche: città che negli anni successivi costrinsero a mantenere sempre praticabili i loro accessi marittimi, essendo del tutto preclusi quelli terrestri. Pertanto con la superficie del mare coperta da uno spesso strato di ghiaccio solo dei rompighiaccio riuscivano ad aprirvi un varco, consentendo così la navigazione anche alle navi mercantili, addette ai rifornimenti ed agli scambi commerciali. Improbi, se non del tutto impossibili, per le rigidissime temperature invernali, i rifornimenti di nafta per gli stessi rompighiaccio e per conseguenza aleatoria la loro disponibilità proprio laddove più necessari, per cui l'opzione nucleare forniva la soluzione per antonomasia a quel problema. La seconda ragione, a parere di molti studiosi, va probabilmente ricondotta al prestigio nazionale, del quale l'URSS per motivazioni varie aveva particolarmente bisogno: i rompighiaccio nucleari essendo le prime navi di superficie e per di più sostanzialmente civili, costituivano una assoluta novità mondiale. La capacità tecnologica sovietica uscì vittoriosa da quella sorta di sfida, ed alle prime unità del genere ne seguirono altre ancora fino a un totale di una decina, inclusa la *Sevmorput*, mercantile dalle caratteristiche strutturali dei rompighiaccio.

Dal punto di vista operativo i rompighiaccio nucleari sovietici possono dividersi in due categorie, *Artika*[35] e *Taimyr*. I primi, destinati prevalentemente al mare, sono in grado di operare in ogni stagione, garantendo perciò i collegamenti dei porti di Murmansk e di Arcangelo, per citarne due fra i principali, con quelli della Siberia settentrionale quali Dikson

34 La citazione è tratta da *Sapere.it* , Enciclopedia online, su licenza di De Agostini Scuola S.p.a., alla voce 'rompighiaccio'.

35 Per più dettagliate informazioni sui rompighiaccio della classe Artika, cfr. *Rompighiaccio atomico Arktika*, in rivista *L'Unione Sovietica*, n°12, anno 1977.

Quark Expeditions
50 ЛЕТ ПОБЕДЫ

ЯМАЛ

Nella pagina a fianco: *rompighiaccio nucleari russi classe Arktika.*
Sopra: *rompighiaccio nucleare russo classe Taimyr.*

e di Pevek, spingendosi fino allo Stretto di Bering. L'altra classe, la *Taimyr*, è stata progettata per operare in ambito lacunare o fluviale, dove i fondali sono piuttosto bassi, determinando perciò l'adozione di scafi a scarso pescaggio. Loro settore di impiego è soprattutto il corso del fiume Enisey, ghiacciato per vari mesi l'anno e che solo grazie al loro intervento può essere percorso dai mercantili cargo che assicurano l'approvvigionamento alle città che su di esso si affacciano. Inoltre consentono pure la navigazioni alle imbarcazioni che trasportano i minerali metallici provenienti da Norilsk, che tramite ferrovia raggiungono il porto fluviale di Dudinka.

Un recente impiego alternativo sia pure saltuario dei rompighiaccio nucleari è quello di supporto alle spedizioni scientifiche nell'Artico, tant'è che il 17 agosto del 1977 il loro *Arktika* fu la prima nave di superficie a raggiungere il Polo Nord, aprendone così la via anche all'impiego turistico. Dal 1985, infatti, alcuni di essi sono adibiti al trasporto dei visitatori e degli escursionisti. Questo l'elenco dei rompighiaccio nucleari sovietici ancora in servizio.

Nome	**Nome in codice NATO**	**Tipo**	**Entrato in servizio**
NS Lenin	Lenin	rompighiaccio atomico	1959
NS Arktika	Arktika	rompighiaccio atomico	1975
NS Sibr	Arktika	rompighiaccio atomico	1977
NS Rossiya	Arktika	rompighiaccio atomico	1985
NS Sevmorput	Sevmorput	cargo atomico	1988
NS Taymir	Taimyr	rompighiaccio fluviale	1989
NS Vaigach	Taimyr	rompighiaccio fluviale	1990
NS Sovetskiy Soyuz	Arktika	rompighiaccio atomico	1990
NS Yamal	Arktika	rompighiaccio atomico	1993
NS 50 Let Pobedy	Arktika	rompighiaccio atomico	2007

Sotto il mare: il sottomarino

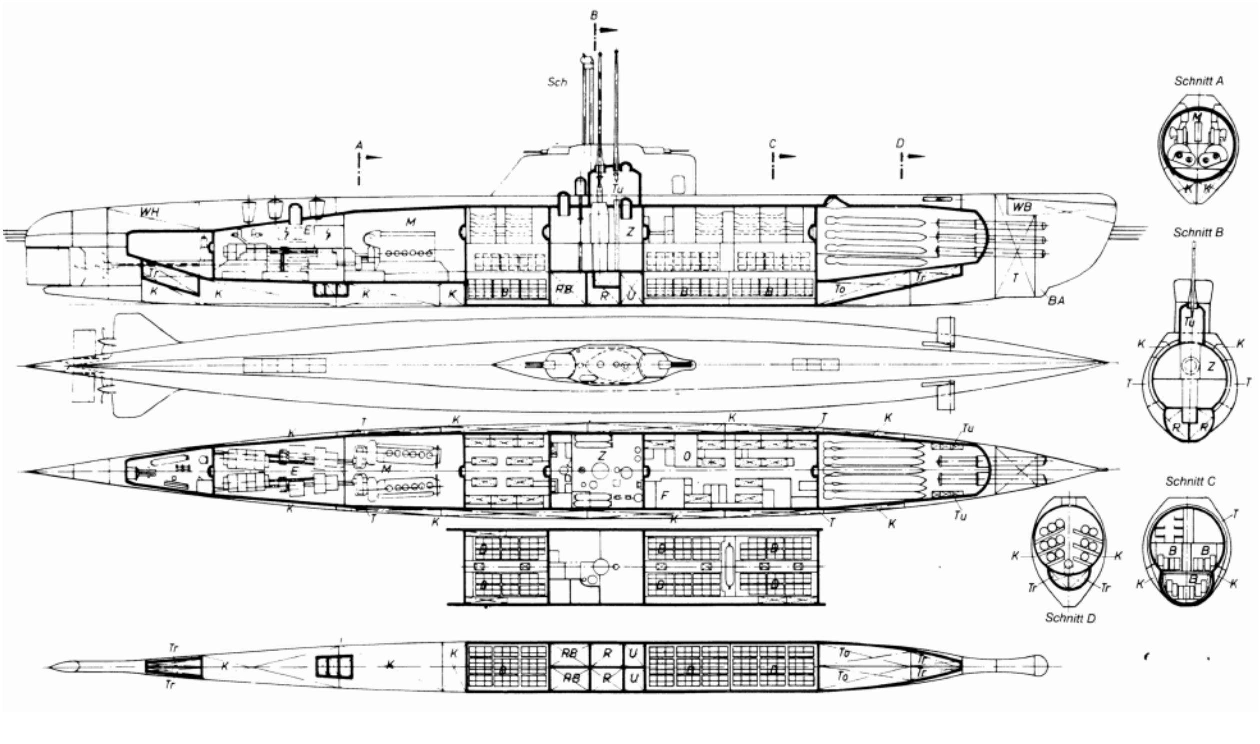
Nel linguaggio corrente si adoperano spesso in maniera indifferenziata i termini di sommergibile e di sottomarino, intendendo semplicemente un battello capace di navigare sott'acqua. Tecnicamente parlando, invece, tra le due definizioni esiste una profonda differenza. Il sommergibile, come fin qui delineato, è un battello in grado di immergersi, ma non di re-

stare molto a lungo sott'acqua dovendo, con discreta frequenza, sostituire l'aria al suo interno. Non così il sottomarino che grazie alle sue apparecchiature riesce a rigenerare o a produrre l'aria di cui ha bisogno l'equipaggio, consentendogli perciò di restare immerso a tempo indeterminato. Pertanto mentre nella categoria dei sommergibili entrano quasi tutte le unità progettate e costruite fino a poco dopo la conclusione della Seconda guerra mondiale, in quella dei sottomarini solo le unità a propulsione nucleare, comparse a partire dai primi anni '50 del secolo scorso. Considerando che sin dai prodromi delle frequentazioni umane sotto la superficie delle onde, le variabili rigidamente condizionanti le immersioni sono state sempre soprattutto due, durata e profondità dell'inabissamento, con l'avvento del sottomarino il primo limite può considerarsi ormai superato, mentre il secondo notevolmente incrementato, sia pure con l'ausilio di un mezzo tra i più complessi e sofisticati mai realizzati.

Va ricordato che le vittorie delle unità alleate di scorta ai convogli, sul finire della Seconda guerra e la conseguente: "sconfitta degli U-Boote in Atlantico avevano contribuito a creare, nel primo dopoguerra, la diffusa sensazione che il sommergibile fosse ormai un'arma tramontata… In realtà non si tardò a scoprire che il fallimento dei nuovi U-Boote nel 1944-45 era stato causato da motivi generali e dal loro insufficiente numero, assai più che dai mezzi di ricerca e caccia alleati. Gli esperimenti condotti con i battelli ex nemici [tipo XXI, XXIII, e Walther] dimostrarono che un sommergibile sempre immerso, capace di mantenere a lungo una velocità di 10 nodi o più, era in grado di eludere i suoi cacciatori con relativa facilità".[36] La possibilità di restare immersi a tempo indeterminato, fece ignorare alla *U.S. Navy* i pur ottimi risultati della costruzione dei nuovi battelli a propulsione diesel-elettrica, fino a fermarla del tutto dal 1959-60 a favore della nucleare. Va subito rilevato che tale adozione implica sensibili modifiche sulla struttura del sommergibile, a partire dalle dimensioni.

Un sottomarino nucleare, infatti, proprio per la presenza di un reattore richiede spazi abbastanza ampi per i suoi congegni accessori: schermatura biologica, scambiatore di calore, pressurizzatore, servo-meccanismi per la manovra delle barre di controllo, gruppo turbo riduttore, pompe di circolazione ausiliarie, condensatore, ecc. Circa la pompa di circolazione, poi, va ricordato che la sua prestazione diviene essenziale soprattutto agli alti livelli di erogazione di potenza, imponendosi una adeguata velocità del fluido refrigerante per smaltire il calore generato dal reattore. La pompa, però, nei primi sottomarini, risultava alquanto rumorosa durante il funzionamento stimolando perciò l'adozione di sistemi di raffreddamento basati sullo sfruttamento di moti convettivi naturali attivati nel flusso del refrigerante primario circolante all'interno del nocciolo, soluzione che

36 La citazione è tratta da STORIA DELLA MARINA…, op. cit., vol. VI, p. 1697.



ne evitava l'impiego almeno alle minori potenze. Macchinari accessori tanto complessi provocarono nei sottomarini un sensibile incremento del tonnellaggio, per cui passarono dal migliaio di tonnellate dell'ultimo conflitto, ovviamente per i sommergibili diesel-elettrici, alle attuali 7-9.000 per quelli nucleari d'attacco. Mutata pure la geometria dello scafo e delle sovrastrutture, rigidamente asservite alle prescrizioni idrodinamiche, fino a rendere il battello un perfetto solido di rotazione, eccezion fatta per torretta anch'essa comunque accuratamente idrodinamica. Peculiarità che trovano pieno riscontro nelle rilevanti velocità ormai raggiunte in immersione.

Partendo dallo studio dei progetti tedeschi per la costruzione dell'U-Boote tipo XXVI, intorno al 1946 i tecnici americani si convinsero che un battello del genere poteva adattarsi facilmente alla propulsione nucleare, non difettandovi lo spazio per alloggiarvi il reattore. In breve si passò dallo studio teorico alla costruzione concreta. Il 14 giugno del 1952 il nuovo sottomarino, battezzato *Nautilus*, ennesima confer-

Nella pagina a fianco: *piante e sezioni dell'U-Boote type XXI.*
In alto e sopra: *alcuni U-Boote type XXI in fase di costruzione a Bremen, in Germania, agli inizi del 1945; della stessa serie, alcuni sommergibili attraccati in porto.*

ma della notorietà del romanzo di Verne, che però a sua volta lo aveva cooptato dal sommergibile di Fulton[37], prese il via, e due anni dopo il 30 settembre del 1954 la prima unità subacquea a propulsione nucleare iniziò le sue prove operative. Con un dislocamento di 3190 / 3747 tonnellate poteva raggiungere i 23 nodi, ed il suo combustibile il '*core*' gli permise di navigare senza alcun rifornimento per oltre 62.000 miglia, fino al 1957. Nello stesso anno entrò in servizio un secondo sottomarino nucleare, il *Seawolf*, non molto diverso dal precedente, che tuttavia presentò dei problemi al reattore per il tipo di raffreddamento adottato a sodio liquido. La difficoltà non impedì al *Seawolf* di ostentare in pieno le potenzialità dei nuovi sottomarini: nel 1958, ad esempio, rimase in immersione per ben 60 giorni consecutivi, percorrendo quasi 14.000 miglia, consentendo inoltre all'equipaggio di non subire deleterie conseguenze fisiche o psichiche. Il *Nautilus* a sua volta si rese protagonista[38], nell'agosto dello stesso anno, di una straordinaria impresa raggiungendo l'oceano Pacifico dall'Atlantico, navigando sotto la calotta del Polo Nord. Nessuna problema per le strumentazioni di bordo da parte dell'anomalo magnetismo essendone l'orientamento basato sempre su girobussole e sul navigatore inerziale.

Dal 1953 le varie potenze mondiali avviarono una massiccia produzione di sottomarini nucleari fino a farli ascendere ad alcune centinaia, ridottisi in seguito a circa 160. L'URSS in un trentennio ne ha messo in mare oltre 240, avendone sul finire del secolo scorso un'altra sessantina in cantiere. Dal 1989, quando di fatto si concluse la guerra fredda, sia in URSS che in USA, un gran numero di sottomarini nucleari venne dismesso, per cui mentre la flotta russa si attesta ormai sulle 75 unità del genere quella statunitense non supera le 52. Anche Gran Bretagna, Francia e Cina contribuiscono a formare l'organico anzidetto, rispettivamente con 16 unità, la prima, 10 la seconda e 6 la terza. I numeri elencati sono stati ulteriormente contratti negli ultimi anni, a causa degli ingenti costi legati alla loro gestione.

37 Al riguardo cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Età Moderna, Roma, 2013, pp. 199-201.

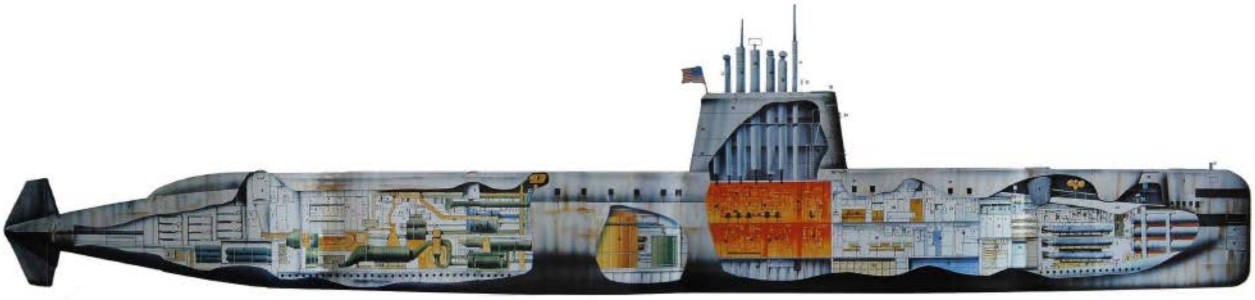
38 Sulla vicenda cfr., STORIA DELLA MARINA…, op. cit., vol. VI, pp. 1713- 1728.

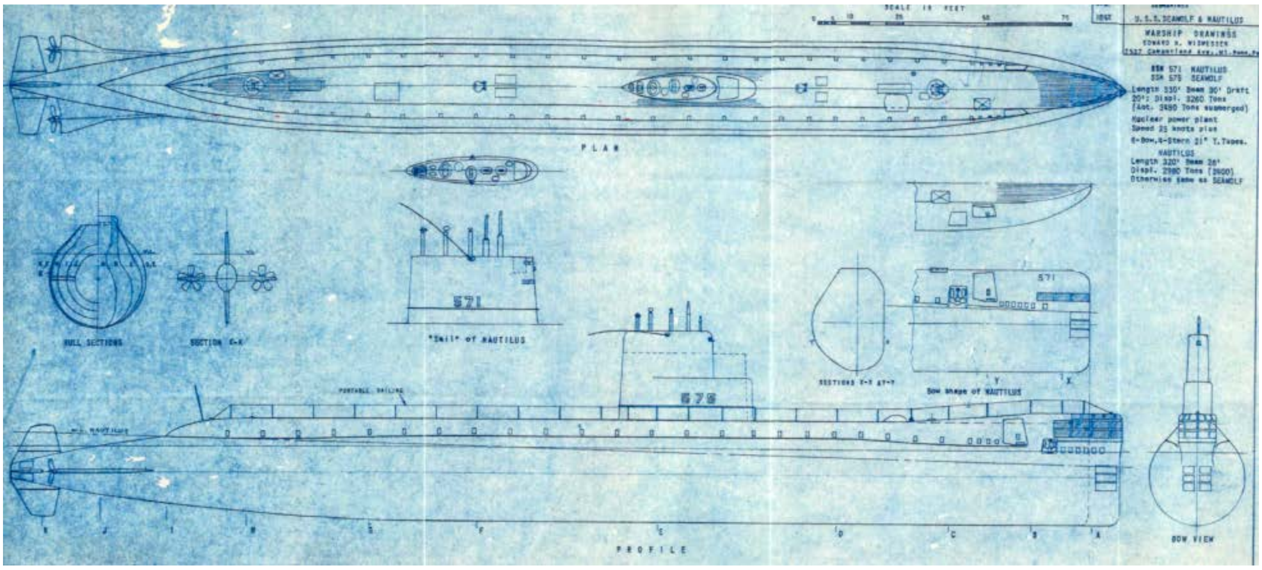
In alto: *un sottomarino U-1407 tipo XVIII. Alla fine della Seconda Guerra Mondiale, dei 6 sottomarini, 3 finirono all'Unione Sovietica, 2 agli Stati Uniti e 1 all'Inghilterra. L'immagine è relativa a quest'ultima unità al suo arrivo presso il porto di Barrows nel Devonshire.*

Nella pagina a fianco: *il varo del SSN-571 Nautilus, il primo sottomarino nucleare, il 20 gennaio del 1954 nel fiume Thames, in Connecticut.*

Nella pagina seguente: *una sezione del Nautilus, i rilievi tecnici dello stesso ed una foto realizzata al passaggio a New York dell'unità diretta al Polo Nord, meta che raggiungerà, con primato mondiale, seppur in immersione, il 3 agosto del 1958.*

571



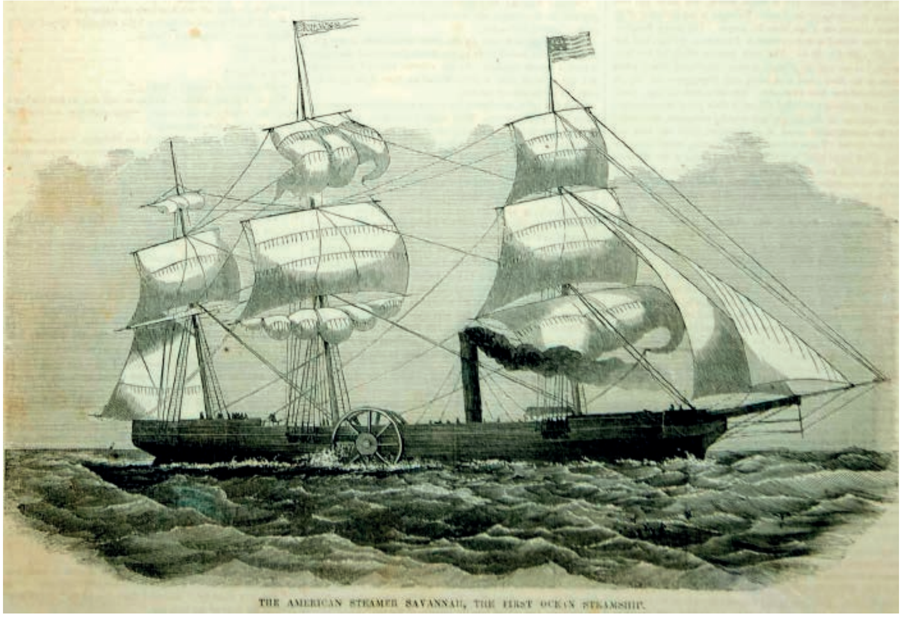

U.S.S. SEAWOLF & NAUTILUS
WARSHIP DRAWINGS
SSN 571 NAUTILUS
SSN 575 SEAWOLF
Nuclear power plant
NAUTILUS
Otherwise same as SEAWOLF
PLAN
HULL SECTIONS
"Sail" of NAUTILUS
571
575
PROFILE
BOW VIEW

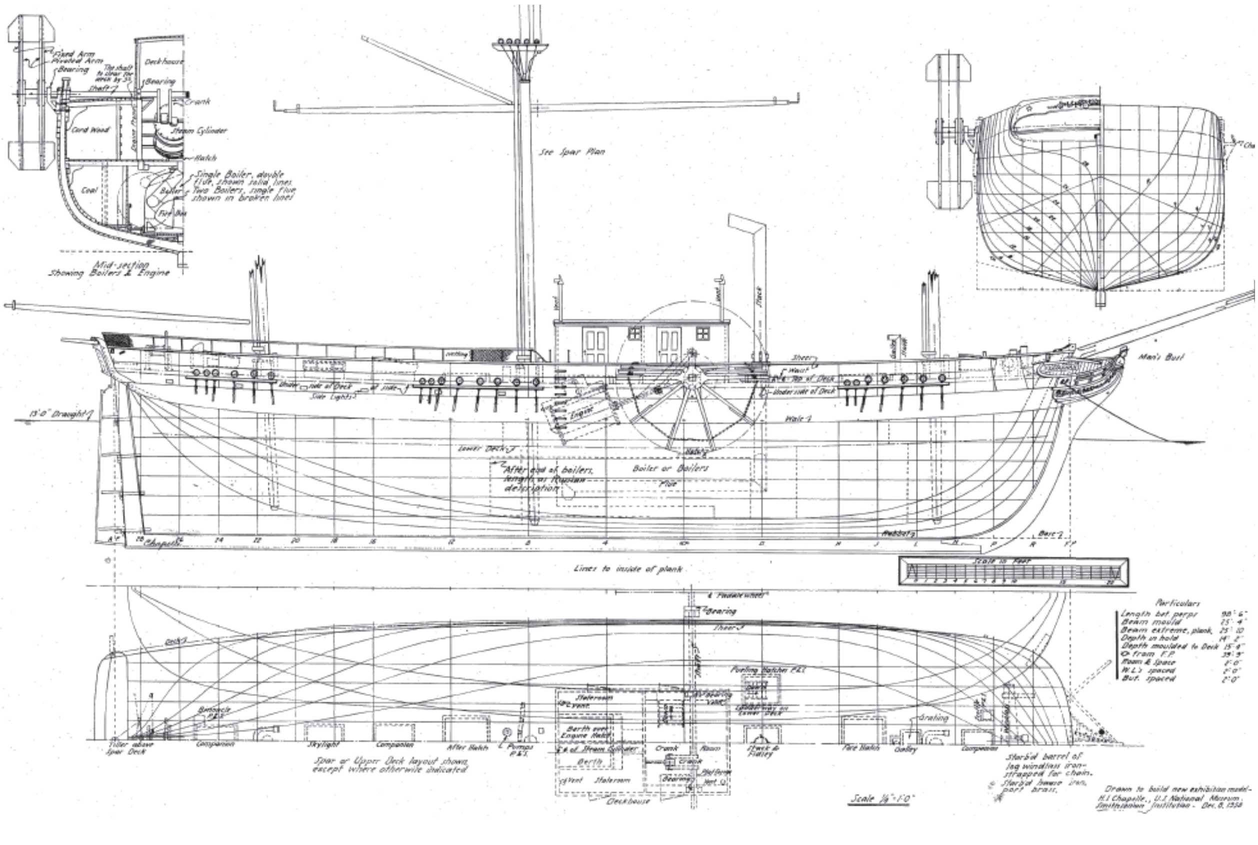
571

I mercantili

L'idea di un mercantile nucleare - *NS nuclear ship* - viene attribuita al Presidente Dwight David Eisenhower (1890-1969) che nel 1955 ne sostenne la costruzione, al fine di accreditare l'impiego dell'energia atomica anche per compiti di pace. Il Congresso ne autorizzò la realizzazione l'anno seguente, ribattezzando quel mercantile *Savannah*, nome quanto mai allusivo essendo mutuato dalla prima nave a propulsione mista, vapore e vela, che nel 1818 attraversò l'oceano Atlantico. Committenti del progetto furono la Commissione per l'Energia Atomica, l'Amministrazione Marittima e il Dipartimento del Commercio, testimonianza indiretta dell'importanza assegnatagli. Alquanto celeri i lavori di approntamento tant'è che nel luglio del 1959, la consorte del Presidente poté presiedere, in veste di madrina, al varo del mercantile, che però trovò completa ultimazione soltanto nel 1962.

Sotto: *una stampa raffigurante il mercantile a propulsione mista, vapore e vela, Savannah che per primo attraversò l'oceano Atlantico nel 1818.*
In basso: *rilievi tecnici del Savannah.*



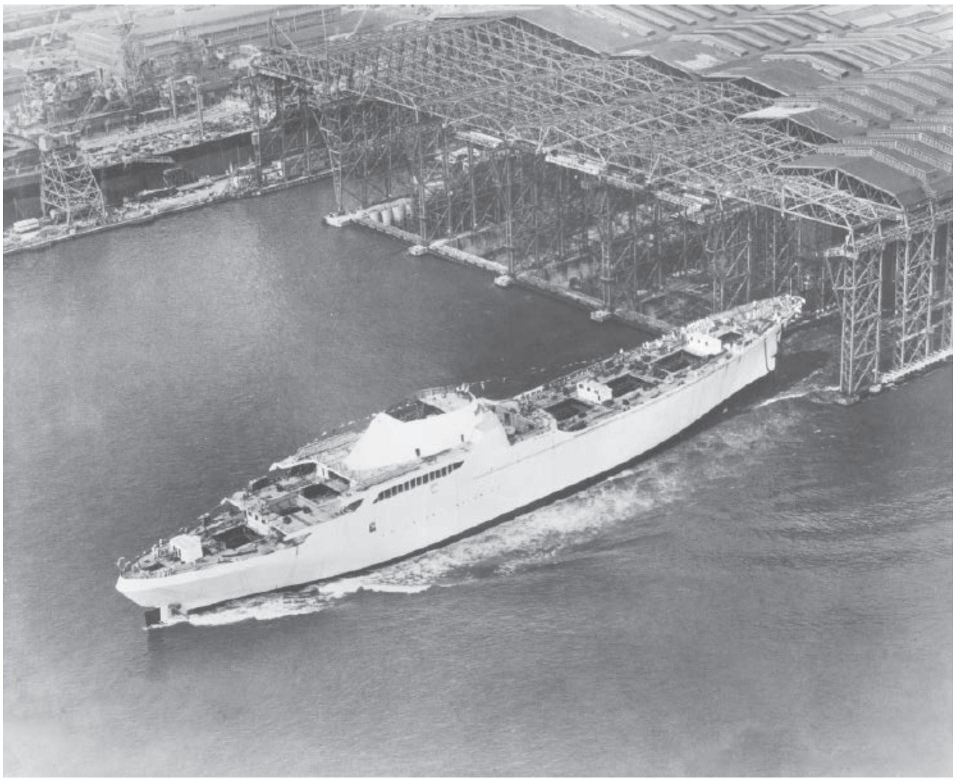


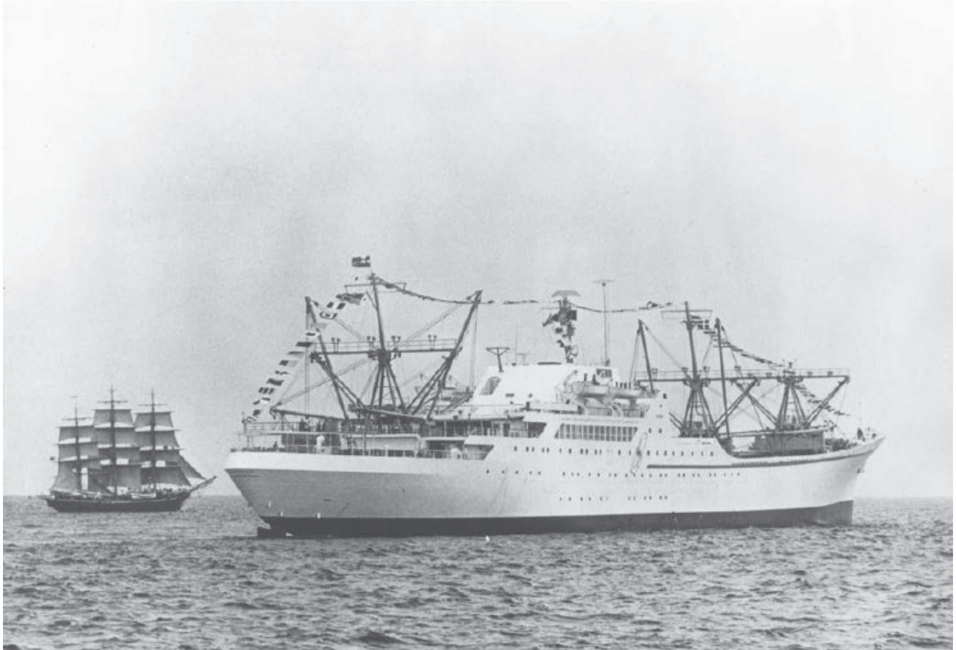
NS Savannah 1959

La *Savannah*, costruita per dimostrare da un lato la concreta fattibilità di un mercantile a propulsione nucleare e dall'altro fornire un esempio dei vantaggi della propulsione nucleare, non tentò neppure di competere economicamente con i tradizionali mercantili di pari dimensioni. Eppure una nave nucleare, in via puramente teorica, non avendo gli ingombranti serbatoi per il carburante e non variando di tonnellaggio fra la partenza e l'arrivo poteva imbarcare merci in quantità superiori di quelle trasportate dalla stessa classe, senza essere costretta a frequenti e lunghi rifornimenti. Al suo interno la si suddivise in nove compartimenti dei quali sette per il carico, uno per il reattore ed uno per le sue macchine accessorie, tutti resi stagni da adeguate porte[39]. Nella parte superiore, si disposero la timoneria, la sala radio, quella nautica, ed una riservata alle batterie e a un generatore di emergenza, presenza quest'ultima resa indispensabile dal dover assicurare il funzionamento delle pompe di raffreddamento del reattore in ogni circostanza. Al di sotto gli alloggi per l'equipaggio e più in basso ancora il ponte di passeggiata, accessibile dal salone, ed una ampia veranda. Il bar si collocò prospiciente la piscina, mentre una pista da ballo fu ricavata al centro del salone, con intorno tavoli dal ripiano in vetro autonomamente illuminati. Presenti sempre al primo livello l'ufficio del commissario di bordo, l'infermeria, la piccola bottega del barbiere e quella dell'estetista, nonché un apposito laboratorio per tenere sotto controllo eventuali fughe radioattive. Ciascuna delle trenta cabine era in grado di ospitare da uno a tre passeggeri, mentre la non lontana sala da pranzo era prevista per 75 persone. Dal punto di vista

39 Per approfondimenti cfr. The Nuclear Ship SAVANNAH Decommissioning Project; ed ancora R. ADAMS, *Perché il NS Savannah Fail? Può davvero essere definito un fallimento?*, in *Atomic Energy Insights,* Estratto 2012-09-12 .

In basso: *la copertina di una brochure commerciale di lancio della nave merci/passeggeri a propulsione nucleare Savannah, del 1959.*
Nella pagina a fianco: *un'immagine del varo ed un altro scatto promozionale della Savannah, con in secondo piano lo storico motoveliero.*





m, non creò particolari difficoltà. Quanto al reattore lo si volle non solo meno potente di quelli impiegati sulle unità militari, in grado comunque di erogare 74 Mw, ma anche meno robusto ed insensibile alle sollecitazioni, non contemplandosi oltre le offese del mare nessuna di tipo bellico.

Sebbene la *Savannah* fosse stata progettata per ospitare, insieme alle merci, anche un certo numero di passeggeri, la si dotò oltre che della piscina anche di un teatro, di una veranda panoramica e di una biblioteca, pertinenze precipue dei migliori transatlantici di inizio secolo. Sofisticato comfort e grandi ricercatezze forse per minimizzare la pericolosa propulsione della nave, che però all'arrivo in ogni porto veniva tradita dalle singolari disposizioni per l'ormeggio. La nave infatti, richiedeva un apposito molo, personale qualificato per la manovra e una meticolosa sorveglianza delle operazioni, dettagli che finirono per incidere pesantemente sui suoi costi di gestione. Senza contare che per le stesse

strutturale il confort della grande nave era ottimizzato dall'adozione di pinne stabilizzatrici, adottate in realtà per evitare eccessive sollecitazioni al reattore, posto al centro dello scafo. Dovendo questo risultare facilmente accessibile durante le delicate operazioni di carico del combustile e di scarico delle scorie, le cabine e le altre sezioni riservate ai passeggeri si collocarono a debita distanza dai suoi portelloni, soluzione che per le dimensioni dello scafo, 181x24 ragione aveva bisogno di un equipaggio ben qualificato e sensibilmente più numeroso di una pari classe tradizionale, contrariamente alla capacità di carico che invece risultò, forse in conseguenza dello sfarzo riservato ai passeggeri, di gran lunga inferiore, attestandosi sulle 8.500 tonnellate. Come se non bastasse, lo stivaggio del carico si confermò sempre molto complesso e laborioso, richiedendo cure e attenzioni del tutto originali.

La nave, come accennato, non progettata né costruita per battere in convenienza gli altri mercantili, per i suoi esorbitanti costi di gestione fu dismessa dalla Marina, dopo appena un decennio di servizio, nel 1985, pur non avendo mai subito alcun tipo di incidente. Asportatogli il reattore e decontaminata completamente, la si trasformò in una sorta di museo galleggiante in Virginia. Sorte non diversa ebbero i pochi altri mercantili nucleari, costosi quanto inutili gioielli che altre nazioni tecnologicamente avanzate vollero realizzare negli anni successivi.

In alto: *la sala comando della Savannah.*
Sopra: *una foto realizzata poco prima della dismissione della nave, nel 1985.*

NS Otto Hahn, Germania, 1964

Il progetto per un mercantile nucleare, ovviamente anche in questo caso per accertarsi delle proprie competenze e capacità tecniche piuttosto che della convenienza economica del trasporto merci sul mare, fu avviato in Germania nel 1960, vigendo ancora per lei il divieto di costruire unità militari a propulsione nucleare. La nave, impostata sullo scalo nel 1963 ed ultimata l'anno seguente, ebbe il nome del fisico tedesco Otto Hahn, premio Nobel nel 1944, incluso fra gli scopritori della fissione. Nel 1968 il reattore, di tipo ad acqua pressurizzata, capace di erogare 38 MW, entrò in funzione poco dopo consentendo alla nave di ricevere il permesso per la navigazione commerciale. Come la *Savannah* anche la *NS Otto Hahn*, era stata allestita per il trasporto misto[40], con una sezione riservata ai passeggeri. Il suo primo viaggio avvenne nel 1970, e soltanto dopo quattro anni di ininterrotto funzionamento si rese necessario sostituire il combustibile del reattore, circa 22 kg. Con un ulteriore carico di uranio arricchito, la *Otto Hahn* riuscì a percorrere, fino al 1979, 650.000 miglia nautiche, facendo scalo in 33 porti di 22 paesi. Sebbene anche lei non avesse subito alcun incidente nucleare, per gli altissimi oneri di gestione, in quello stesso anno venne disattivato il reattore, quindi rimosso e sostituito da un apparto diesel convenzionale, col quale riprese la navigazione nel 1983, navigando ancora fino alla demolizione avvenuta nel 2009.

NS Mutsu, Giappone, 1970-72

La *NS Mutsu* fu costruita agli inizi degli anni settanta, dopo una gestazione settennale che consentì però l'ultimazione dello scafo nel 1969 e quella del relativo reattore nel 1972[41], con l'imbarco del combustibile nucleare il 4 settembre dello stesso anno. Dalle fasi finali della costruzione la nave incontrò innumerevoli difficoltà che ne fecero posticipare il varo al 1990: la causa fu individuata in gravi inconvenienti allo stesso reattore che ne protrassero la messa a punto per circa vent'anni. Come se non bastasse, nelle sporadiche uscite di verifica in mare, la

40 H. NEUMANN, *Vom Forschungsreaktor Zum 'Atomschiff' Otto Hahn. Die Entwicklung von Kernenergieantrieben für die Handelsmarine* in *Deutschland,* Brema 2009.

41 Y. KAWAI, The *building of the NS "Mutsu"*, 1971.

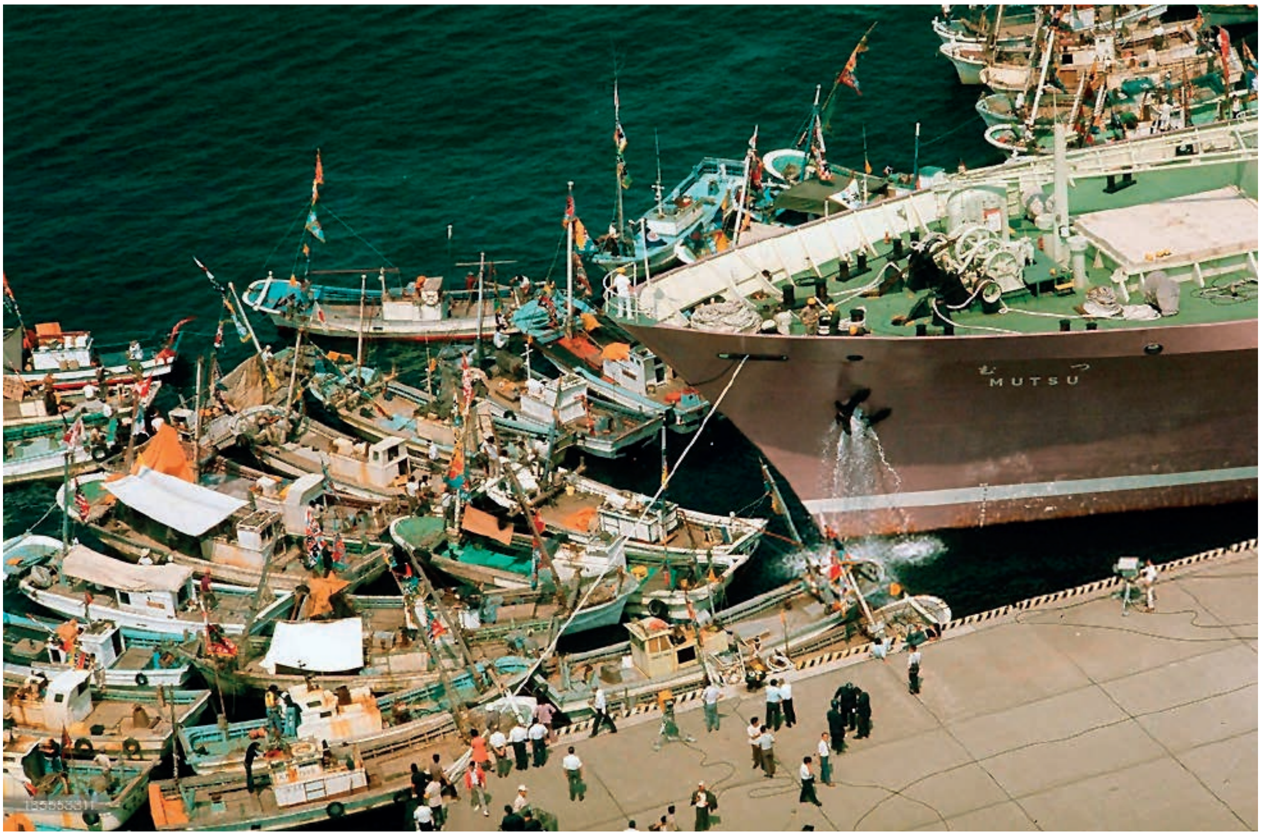
Sotto: *il mercantile nucleare Otto Hahn.*

nave fu sempre contestatissima dai pescatori giapponesi che ne paventavano le conseguenze inquinanti sull'ambiente. I viaggi di prova furono comunque appena quattro, peraltro alquanto brevi e mai positivi, completandosi quel ciclo nel 1995, anno in cui si decise il suo smantellamento, senza aver avuto mai occasione di trasportare un carico utile!

In alto a destra e sopra: *due immagini, scattate a distanza di diversi anni, ritraggono la nave a propulsione nucleare Mutsu, primo e unico esperimento giapponese.*
In basso: *le proteste dei pescatori dell'area dei cantieri navali, contrari all'utilizzo dell'unità ritenuta dannosa per l'ambiente. La nave fu tristemente demolita nel 1995 senza mai essere entrata in servizio.*

NS Sevmorput, URSS, 1982

Alle spalle del progetto una richiesta nel 1978 dei Ministeri della Marina e dei Cantieri Navali in cui si prescriveva che il costruendo mercantile a propulsione nucleare fosse in grado di navigare anche nei mari ghiacciati della Siberia, comportandosi in pra-



tica come un rompighiaccio. La costruzione, avviata nel 1982, si protrasse per vari anni, per cui la nave entrò in servizio solo nel dicembre del 1988. Al pari dei tradizionali rompighiaccio, anche la *Sevmorput* ebbe uno scafo molto robusto suddiviso in ben 11 compartimenti stagni con 6 stive riservate al carico. Due reattori nucleari di circa 36MW, consentendogli di trasportare un carico di 28.000 tonnellate di merci, in particolare 1.300 container disposti su tre livelli sul ponte principale e nelle stive. Le operazioni di carico e scarico erano agevolate dalla sistemazione a bordo di alcune gru di notevole potenza, una delle quali in grado di sollevare fino a 500 tonnellate. Dalla sua entrata in servizio, il *Sevmorput* ha trasportato oltre 1.500.000 tonnellate di merci, con una percorrenza di oltre 300.000 miglia marine. Un'unica sosta necessaria per la ricarica del reattore e le relative operazioni di manutenzione si ebbe tra il 1998 ed il 2001, intervallo molto ampio per l'imprevista carenza di risorse economiche. Dopo una serie di adeguamenti, che contemplarono pure la demolizione della nave, le ultime notizie la danno pronta a rientrare in servizio nel 2016, ultimati i lavori di ammodernamento: sarebbe in tal caso l'unico mercantile nucleare ancora in servizio. Tutti comunque hanno dimostrato l'assoluta inconvenienza della propulsione nucleare per le navi civili, determinandone così la totale messa al bando.

Sotto ed in basso: *due immagini della nave mercantile nucleare Sevmorput, realizzata in Unione Sovietica con progetto del 1978.*

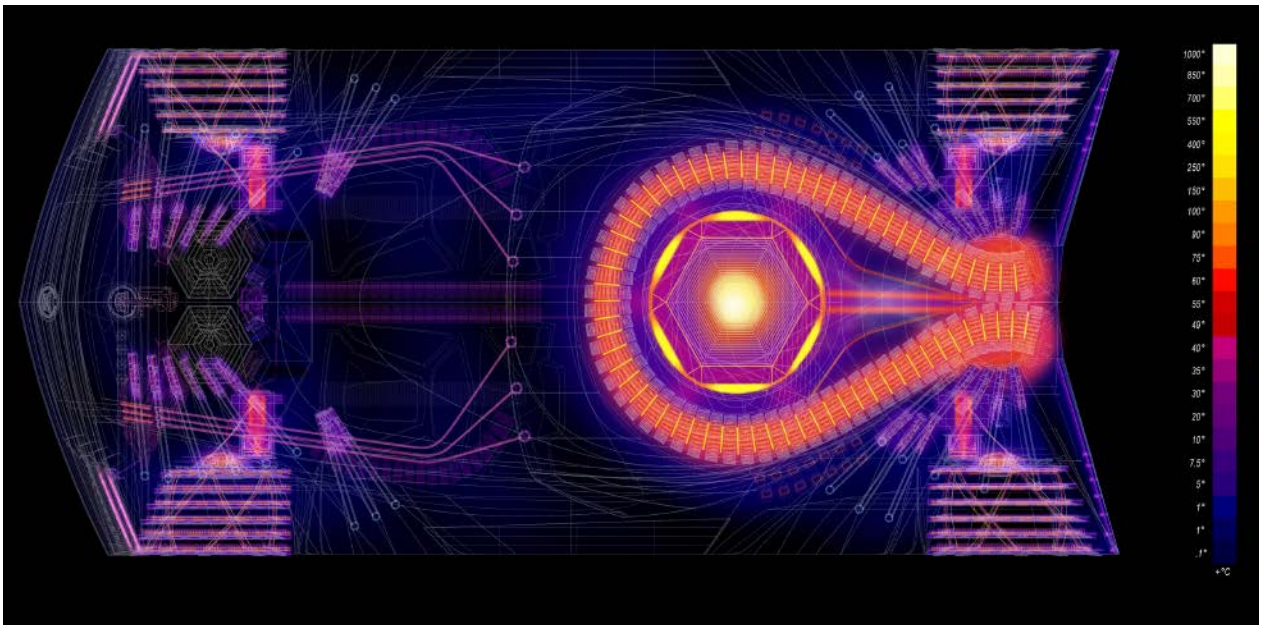
In terra: l'automobile

La propulsione nucleare dopo aver trovato, sia pure con esiti più o meno validi, i suoi ambiti d'impiego in cielo, sul mare e soprattutto sotto il mare, con vettori militari e civili, non poteva esimersi dal tentare, anche soltanto a livello puramente sperimentale, quello terrestre. Tra i progetti di cui si conosce l'esistenza vi è quello della *Laser Power Systems* del Connecticut che sta portando avanti, ed è ormai in fase avanzata[42], un gruppo motore che utilizza il torio per produrre l'energia elettrica necessaria alla trazione dell'autoveicolo. In pratica, quindi, si tratterebbe di una automobile elettrica la cui alimentazione non è fornita però da deperibili e pesantissime batterie al piombo o ad altri metalli pesanti dal rapporto peso/potenza appena migliore, ma da un reattore nucleare sia pure di piccole dimensioni. Stando alle notizie fatte filtrare dalla stessa società costruttrice, un solo grammo di torio dovrebbe corrispondere energeticamente a circa 28.000 litri di benzina, senza però alcuna emissione gassosa più o meno inquinante. E, sempre dalla stessa fonte, risulterebbe che con appena 8 grammi dello stesso torio il veicolo potrebbe muoversi per la sua intera esistenza, per lunga che possa essere! Il criterio informatore è quello di un dispositivo di circa 2 quintali di peso che dovrebbe erogare secondo dinamiche non meglio precisate, l'energia elettrica necessaria al moto del veicolo. Quanto al torio, la sua disponibilità nel territorio dell'Australia sembrerebbe non solo certa ma addirittura abbondante. Continente peraltro già tra i maggiori produttori del metallo, presente comunque sulla superficie terrestre all'incirca come il piombo, per di più facile da estrarre e da raffinare, con unico isotopo ideale per il processo energetico ipotizzato. Non sembrerebbero, infine, sussistere particolari rischi essendo la reazioni nucleare sempre sub-critica ovvero non in grado di alimentarsi autonomamente, per cui cessando la stimolazione si arresterebbe da sola.

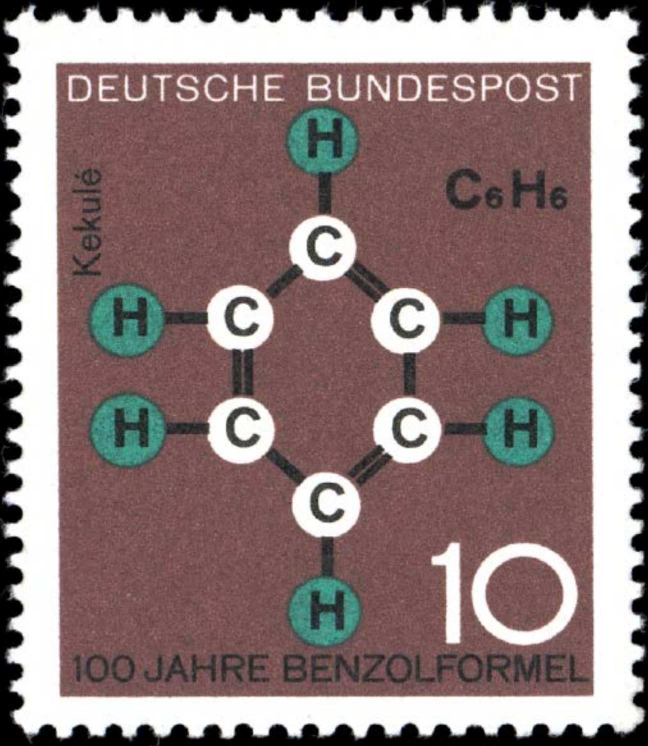
Per quanto si è potuto arguire dalle scarne informazioni disponibili, l'erogazione energetica avrebbe inizio con l'eccitazione del torio, in una sorta di struttura vagamente simile ad un laser: il metallo non reagirebbe però emettendo luce coerente, ma riscaldandosi fortemente per il conseguente processo di decadimento radioattivo. Il calore in tal modo prodotto, trasformato in vapore, porrebbe in rotazione una turbina solidale a un generatore elettrico che alimenterebbe i motori di trazione. La società che ne studia l'approntamento, sostiene che un siffatto impianto al torio di circa 2.5 quintali, del tutto compatibile con lo spazio disponibile nel vano motore di una normale auto, sarebbe in grado di erogare 335 CV, potenza di gran lunga eccedente le effettive esigenze. Qualche dubbio sulla fattibilità del processo deriva dalla constatazione che pur essendo l'ordine di grandezza del decadimento del torio pari a quello prospettato, i suoi tempi di dimezzamento sono estremamente lunghi per cui occorrerebbe in qualche modo, non meglio precisabile al momento, accelerarne la reazione.

In basso: *un concept del prototipo della vettura a propulsione nucleare in fase di sviluppo presso i laboratori della Laser Power Systems in Connecticut.*
Nella pagina a fianco: *la ripresa ad infrarossi consente di valutare le elevatissime temperature di esercizio sviluppate dal propulsore alimentato col torio, un elemento radioattivo molto abbondante in natura.*

42 Cfr. D. RUSSEL SCHILLING, *Thorium-Fueled Automobile Engine Needs Refueling Once a Century*, in *Notizie.it*, ottobre 2013.



Chimica organica



Una rappresentazione geometrica classica di una molecola in chimica organica:
la formula del benzene di Kekulé, sul francobollo commemorativo per i 100 anni, realizzato in Germania nel 1964.

Militaria mirabilia

L'analgesico del reichsmarschall

Dalle grosse capsule di una specie di papavero infestante, *papaver somniferum,* si ricava per incisione un lattice che opportunamente lavorato dà origine all'oppio, dalle spiccate capacità analgesiche, sonnifere ed euforizzanti. Queste sono dovute ai diversi alcaloidi contenuti nell'oppio, il più efficace dei quali è la morfina, che non a caso rievoca nel nome Morfeo, il dio del sonno. La sua conoscenza e il conseguente utilizzo risalgono agli albori della Storia, e forse persino molto prima. Di certo dall'Asia minore l'oppio raggiunse la società occidentale, dapprima in Greca e poi a Roma, stando alle testimonianze di Teofrasto, Plinio e Dioscoride.[1] Qui, diluito in proporzioni più o meno generose, andò a far parte di molti prestigiosi farmaci, dei quali fecero uso ed abuso diversi imperatori, in particolare Marco Aurelio, che a giusta ragione può essere considerato il primo noto oppiomane. E di ciò se ne scorgerebbe traccia in alcuni suoi scritti dei *Ricordi*.[2]

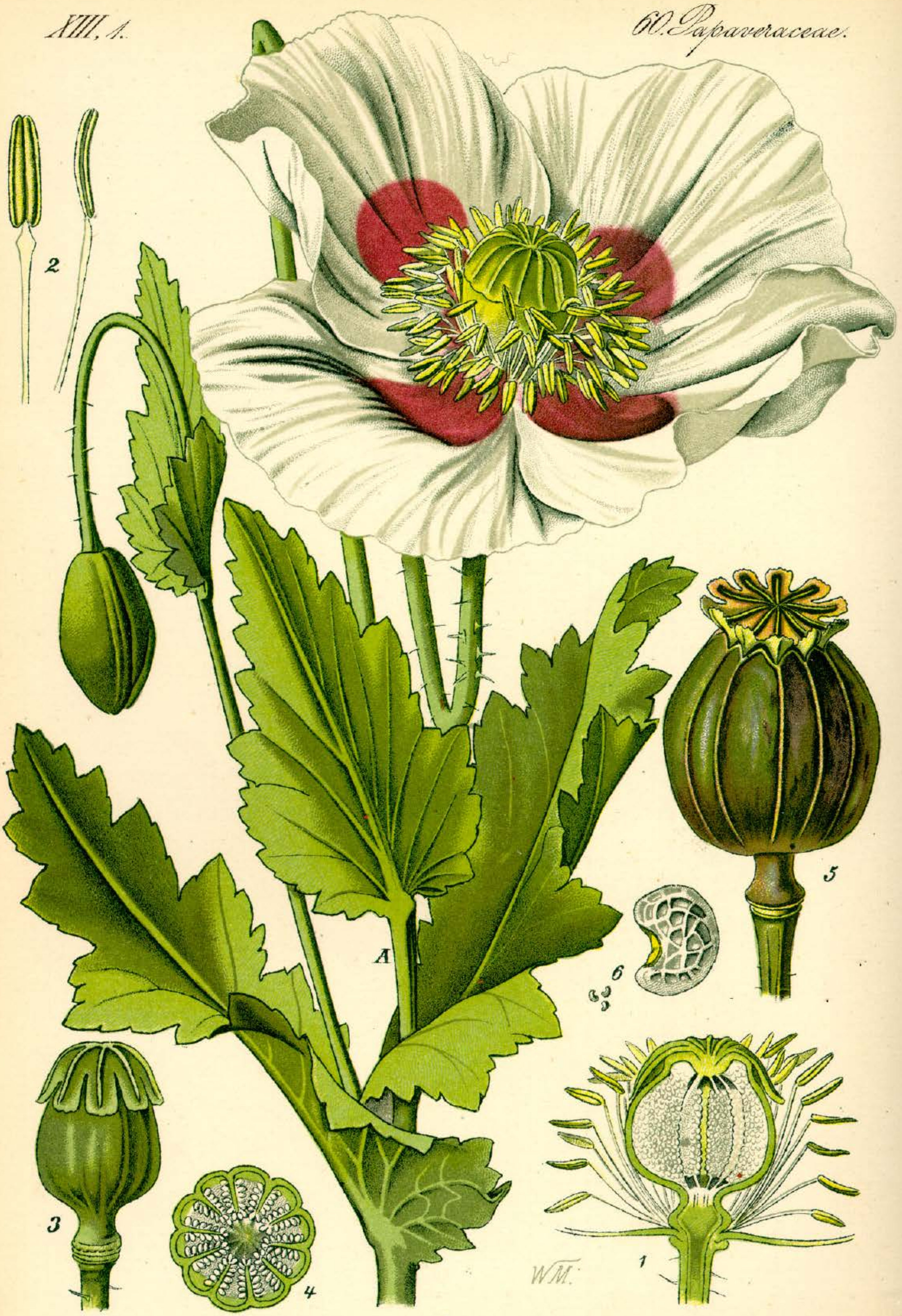
La morfina è il principale alcaloide contenuto nell'oppio del quale rappresenta fra l'8% ed il 17% del peso a secco, con punte per alcune specie del 26%. A scoprirla in Germania nel 1804 il farmacista Friedrich Serturner, 1783-1841, che nel 1817 ne divulgò le proprietà in un suo trattato[3]. Per i positivi riscontri in ambito medico la commercializzazione della morfina avvenne da quello stesso anno, divenendo in breve il più adottato antidolorifico. Quello che però durante la guerra di secessione ne divenne la principale controindicazione fu la constatata dipendenza che determinava nei sog-

Dall'alto: *un capsula immatura di un papavero officinale da cui viene fatto trasudare l'oppio; un papavero officinale giunto a maturazione.*

1 Per approfondimenti cfr. P. NENCINI, *il fiore degli Inferi*, Padova 2004.

2 In merito cfr. M. AURELIO ANTONINO, *Ricordi,* rist. BUR, seconda edizione 1983.

3 Le sue conclusioni le racchiuse nel celebre trattato F. SERTURNER, *Über das Morphium, eine neue salzfähige Grundlage und die Mekonsäure, als Hauptbestandteile des Opiums.*, in *Annalen der Physik* 1817.



259. *Papaver somniferum* L. Schlaf oder Saatmohn.

getti trattati, nella circostanza circa 400.000, facendola ribattezzare come malattia del soldato.

Al di là di questa pur grave conseguenza il suo impiego, soprattutto negli ospedali da campo, divenne imprescindibile, accentuatosi per intuibili ragioni con la Grande guerra. La morfina rientrò perciò fra le scorte che ogni esercito doveva possedere in massicce quantità, e l'importazione dell'oppio attraverso la Turchia, assurse a principale canale di rifornimento. Poco dopo l'ascesa al potere di Hitler, nell'ambito del suo programma di riarmo della Germania si attuò per quanto possibile una capillare autarchia delle produzioni militari, in particolare nel settore degli armamenti, come più in generale in quello degli approvvigionamenti. La morfina fu tra questi ultimi, per cui di pari passo s'intensificò la ricerca in ogni industria chimica del III Reich di un suo equivalente sintetico, temendosi l'interruzione, una volta iniziata la guerra, dell'oppio. Secondo varie dicerie sembrerebbe poi

Nella pagina a fianco: *una pagina da un erbario classico, raffigurante il papavero officinale.*
In alto: *l'utilizzo degli oppiacei per svago in epoca romana.*
Sotto: *Friedrich Wilhelm Serturner perfeziona e sperimenta la morfina.*

che a spingere i laboratori di ricerca in tale direzione sia stato un grande morfinomane, il *reichsmarschall* Hermann Goering che ne uscì dalla dipendenza soltanto nel corso della detenzione durante il processo di Norimberga.[4]

Furono però gli scienziati Hoechst Max Bockmühl, 1882-1949, e Gustav Ehrhat, 1894-1971, che nel 1939 vennero a capo della richiesta, lavorando nel grande stabilimento della *IG Farbenindustrie AG*, (primo complesso chimico del III Reich, produttore fra l'altro del pesticida tristemente celebre *Zyklon B* delle camere a gas ed oggi sede dell'Università di Francoforte *Johann Wolfgang Goethe*), sintetizzando un oppioide analgesico all'interno di un nutrito gruppo di sostanze similari ma di gran lunga meno efficaci, assegnandogli la sigla Va 10820, e poco dopo il nome *Amidon*. La sostanza sostituiva egregiamente la morfina, senza però, almeno così si ritenne inizialmente, né dipendenza né particolare assuefazione, ideale quindi per l'impiego analgesico clinico. Le sperimentazioni pratiche avvennero nello stesso anno e stando alle notizie disponibili furono condotte proprio dalla Wehrmacht sebbene sembri che i quantitativi forniti siano stati piuttosto modesti, forse per difficoltà connesse nella produzione di troppe sostanze similari. La penuria del farmaco unitamente alla scarsa conoscenza delle sue effettive potenzialità produssero probabilmente grossolani errori di dosaggio, inducendo a ritenere l'*Amidon* non solo inadeguato a sostituire la morfina, ma finanche pericoloso per i suoi vistosi effetti collaterali. Giudizio che ne frustrò l'impiego bellico e la produzione industriale, lasciando così praticamente inutilizzato il brevetto ottenuto nel 1941.

Terminata la guerra anche quel brevetto finì tra le requisizioni attuate in conto riparazione ai danni di guerra e l'*Amidon* una volta negli Stati Uniti fu seriamente analizzato ricevendo il nuovo nome di Metadone.[5] A partire dal 1947 lo si produsse industrial-

4 Per una biografia critica del personaggio cfr. A. SPEER, *Inside the Third Reich*, New York, 1971.

5 Cfr. CC. SCOTT, KG. KOHLSTAEDT, KK. CHEN, *Confronto delle proprietà farmacologiche di alcune nuove sostanze analgesiche, ricerche in corso in Anestesia e Analgesia,* in AHJ, *American Heart Journal*, maggio 1948, vol, 35, pp. 793-99.

mente e lo si introdusse in commercio con l'ulteriore nuovo nome di *Dolophine*, termine coniato unendo le due parole latine di *dolor* e *finis*, chiara allusione alle sue capacità antidolorifiche. Fu nel corso degli anni che seguirono che ci si accorse che il metadone poteva entrare a giusta causa nella terapia di svezzamento dalla dipendenza dalla morfina, contribuendo così al recupero di una miriade di tossicodipendenti per i quali non si riusciva a trovare una via d'uscita dalla droga. Alla metà degli anni '70 l'allora Presidente Nixon dichiarò che una droga chiamata metadone, sintetizzata a suo dire dai ricercatori dell'esercito di Hitler, paradossalmente per gli americani garanzia di serietà, era un rimedio rivoluzionario per la disintossicazione dei morfinomani e degli eroinomani, che erano ormai una crescente piaga sociale. Assumendone piccole quantità giornaliere per via orale svaniva il bisogno delle due micidiali droghe e con un dosaggio progressivamente decrescente si sarebbe usciti dal tunnel. O almeno così parve allora agli entusiasti assertori della terapia. Col tempo si constatò che non sempre quel risultato era conseguibile, e per contro molto spesso il metadone dava a sua volta una forte dipendenza non diversamente da tutte le altre droghe.

Nonostante ciò nel 2005 l'Organizzazione Mondiale della Sanità riconoscendo per l'ampia casistica disponibile nella terapia delle tossicodipendenze che i vantaggi suo tramite ottenuti eccedevano gli svantaggi, includeva il metadone nella lista dei farmaci essenziali, ribadendone ancora nel 2008 la sua imprescindibilità.[6]

6 Dal Bollettino della Organizzazione Mondiale della Sanità, vol. 86, n° 3, marzo 2008: "*Non esiste una soluzione miracolo per la presa di dipendenza di farmaci oppiacei come l'eroina, scrive Patralekha Chatterjee... linee guida nuove confermano che, anche dopo 40 anni, le terapie di sostituzione, come il metadone sono ancora il metodo più promettente per ridurre la dipendenza di droga, ma ottenere l'accesso alle cure è un problema globale.*"

Nella pagina a fianco: *in alto, Hermann Goering in alta uniforme ed al processo di Norimberga; in basso, una confezione di Zyklon.* In questa pagina, dall'alto: *una confezione di Dolophine; la propaganda per l'utilizzo del Pervitin, altra droga massicciamente utilizzata nell'esercito nazista; una confezione attuale di Metadone, sostanza creata in epoca nazista per porre rimedio al dilagante abuso di stupefacenti ed ancora oggi utilizzata per il medesimo scopo dopo il rilancio avviato dal Presidente Nixon negli anni '70.*

L'ARTE DI RENDERE I FIVMI NAVIGABILI

In varij modi, con altre nuoue inuentioni, e varij altri ſegreti

DIVISA IN TRÈ PARTI

Con trè Tauole in lingua Latina, Franceſe, e Ollandeſe per la commodità de gl'Oltramontani.

PARTE PRIMA.

Diuerſi Lauori d'acqua, Palificate, Molini, Porti di Mare, Cauafanghi, Condotti, Fontane, varie machine per rimediar all'Innondazioni de' Fiumi, per far paſſar la Barche ſopra Ponti, e cadute d'acqua, e per cauar le Barche affogate.

PARTE SECONDA.

Diuerſi ſegreti per conoſcere la bontà de' metalli, e la virtù della Calamita, diuerſe eſperienze ſopra la grauezza dell'aria e dell'acqua. Varij modi per far Carrozze che caminano ſenza Caualli, Carretti, Caleſſi, Occhiali per tutte le ſorti di viſta, con varij Inſtromenti per liuellare l'acque, piani, ed alzate, per alzare la Colonna Traiana in aria, col modo di rompere vn Bichiero con la voce, Bonificare terreni ſeccar paludi di Bologna e Ferrara, e finalmente far vna camera con ottanta commodi.

PARTE TERZA.

Varie Oſſeruazioni de Pianeti, e loro Satelliti, Comete che hanno da ſeguire, con il modo di far varij ornamenti attorno le Guglie.

DATE AL PVBLICO DALL'INGEGNIERO

CORNELIO MEYER OLANDESE

Dell'Accademia Fiſicomatematica Romana.

IN ROMA, Nella Stamperia di Gio: Giacomo Komarek Boëmo alla Fontana di Treui. 1696.

CON LICENZA DE' SVPERIORI.

Parte Seconda

L'eradicazione della malaria: il DDT

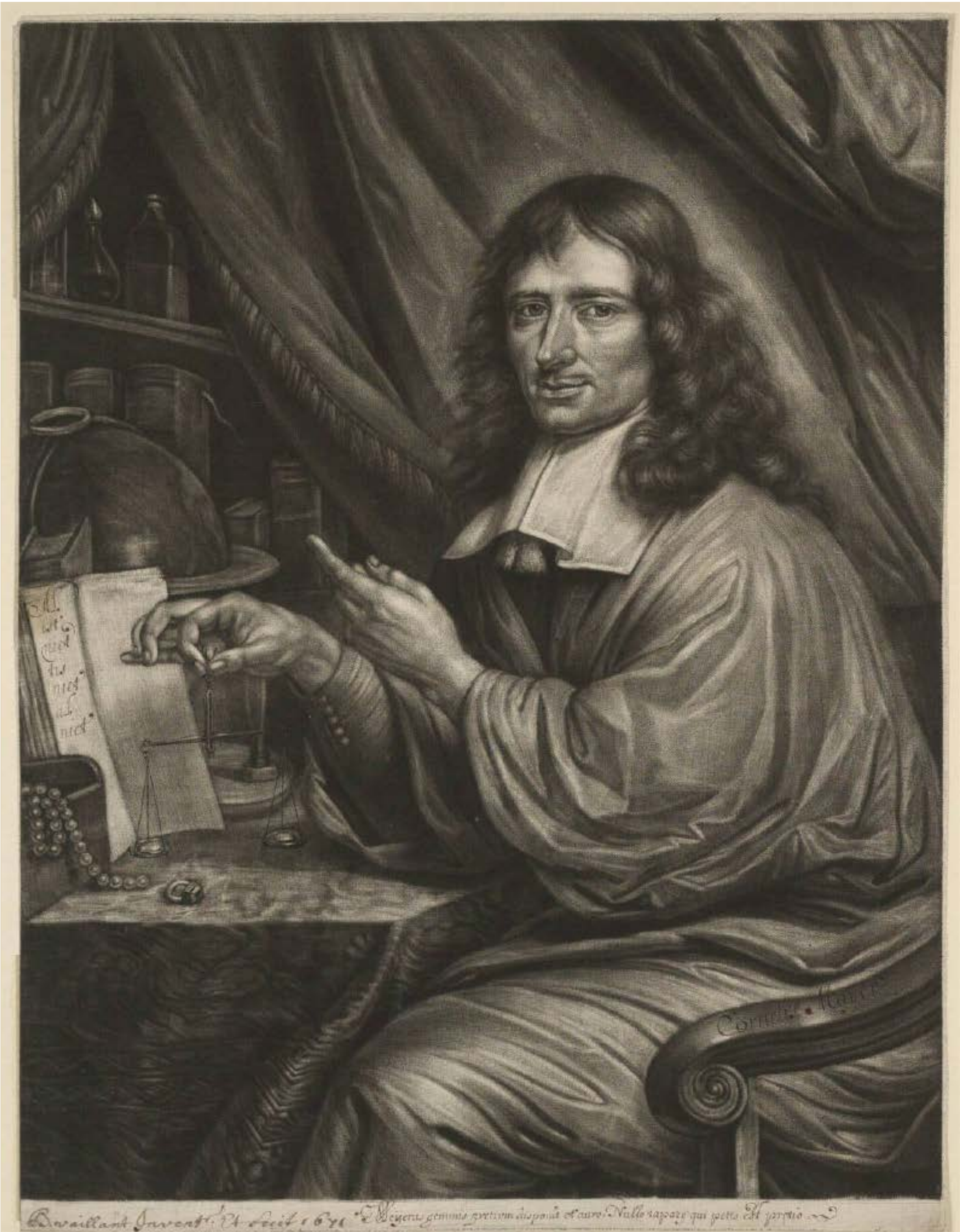
Sul finire del XVII secolo l'ingegnere olandese, Cornelis Meijer, 1629-1701, trasferitosi a Roma nel 1675 e incaricato da papa Clemente X, in virtù della sua acclarata competenza idraulica[7], di ripristinare la piena navigabilità del Tevere, ebbe modo nei frequenti sopralluoghi di osservare le paludi a sud di Roma. Conobbe così la piaga della malaria, che mieteva da millenni innumerevoli vittime, spesso senza particolari sintomi, al punto da farla ascrivere a terribili mostri sanguinari. Forse per avallare la sua competenza in materia di bonifica, forse per stupire la sua alta committenza, forse perché convinto da speculatori locali, raffigurò non solo un drago che le abitava ma precisò che: "*viveva il primo Dicembre 1691 nelle paludi fuori Roma*"[8] e, soprat-

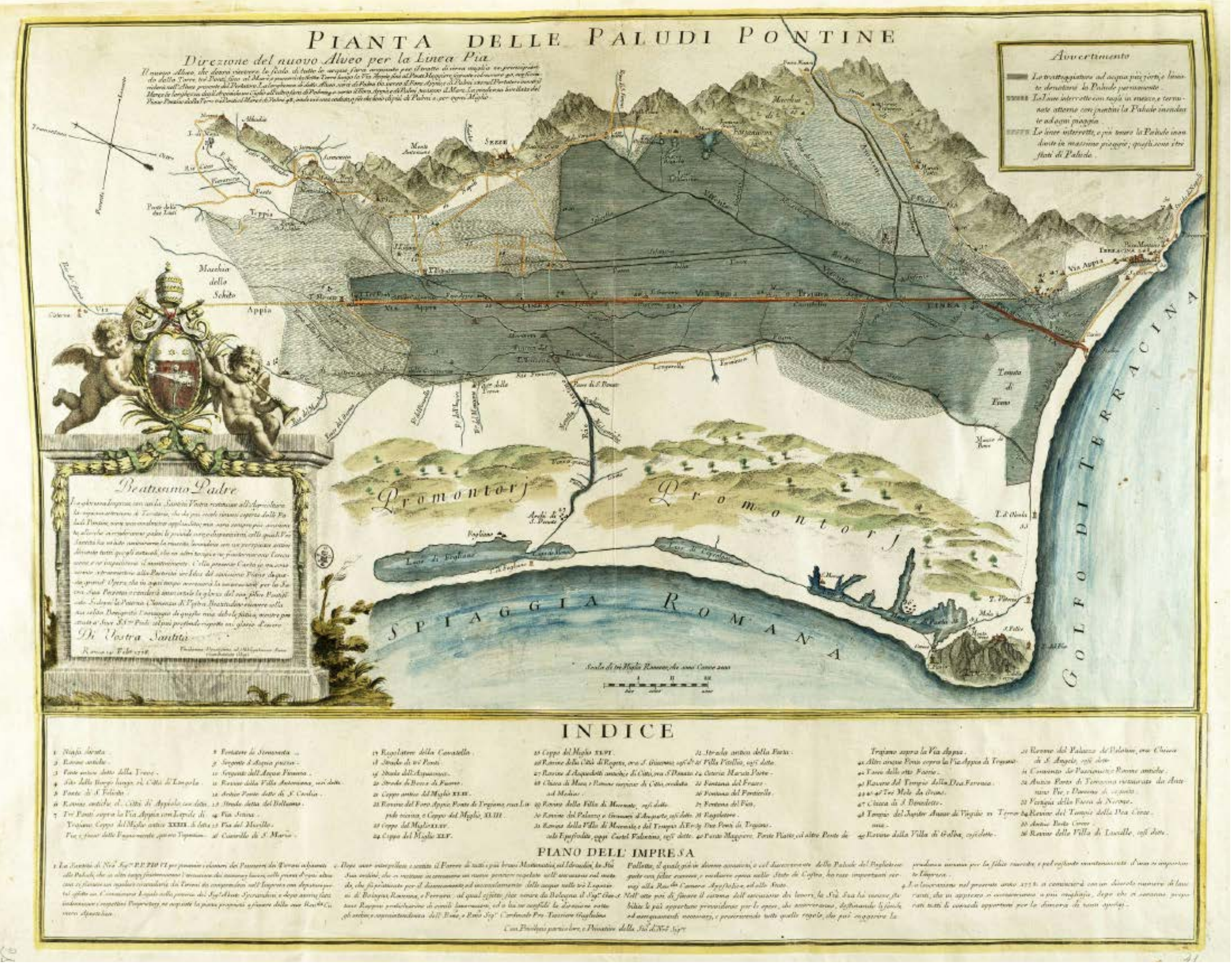
7 Celebri suoi trattati, C. MEIJER, *L'arte di restituire e Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere*, Roma 1679, e *Nuovi Ritrovamenti*, Roma 1696.

8 In merito scrive R. LANDINI, *Un drago nelle paludi romane del 1691?*, articolo del 25, 07, 2013, del Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze (CICAP): *"nel 1696, apparve presso la stamperia del boemo Giovanni Giacomo Komarek quello intitolato Nuovi ritrovamenti divisi in due parti* (ma ne venne pubblicata la sola prima parte). Nel frontespizio, al di

Nella pagina a fianco: *il frontespizio del volume di Cornelio Meyer, stampato nel 1696 e contenente i risultati del suo studio sul ripristino della navigabilità del Tevere. Spicca la curiosa immagina di un drago, a suo dire vivente nel 1691 nelle aree agricole immediatamente fuori Roma, e responsabile delle innumerevoli morti non ancora attribuite alla malaria.*

Sotto: *un ritratto di Cornelio Meyer in una stampa del XVIII sec.*





tutto, aggiunse di possedere l'intero scheletro della mostruosa creatura, che ovviamente non mancò di ritrarre in ogni dettaglio. Si trattava di una chimera, un assemblaggio anatomico composto con parti di diversi animali, una inesistente creatura alla quale tornava utile ascrivere le tante morti, purtroppo reali, e gli innumerevoli malati per i quali nulla poteva la medicina.

Non sappiamo se grazie all'impressionante reperto ebbe un qualche altro incarico per tentare la bonifica di quell'immenso acquitrino, che comunque non subì significativi prosciugamenti a onta dei molteplici tentativi[9], fino alla bonifica integrale che si attuò fra il 1924 ed il '37. Appena sette anni dopo i tedeschi in ritirata danneggiarono gli impianti idrovori e molti dei relativi canali di drenaggio, provocando il reinsediarsi della palude e con lei della malaria, che si presentò così nella sua virulenza alle avanzanti truppe alleate. Nel frattempo, quasi a voler evidenziare il pessimo ambito sanitario in cui era piombato

sotto del titolo, un'illustrazione anonima rappresenta un drago con un corno, alato e a due zampe. In testa all'immagine, una didascalia dichiara che si tratta del «Drago come viveva il primo di *Decembre 1691* nelle paludi fuori di Roma». Sullo sfondo, appare quello che dovrebbe essere il Tevere e un ponte, forse Ponte Milvio (all'epoca nell'agro romano a nord della città). Nel testo, una raccolta di interventi su vari argomenti, non si accenna all'animale. Solo nell'ultima pagina, una doppia illustrazione altrettanto anonima torna sulla questione: il disegno del «Drago come è stato morto» (una diversa versione del drago in frontespizio, questa volta visto di lato e sempre con il ponte sullo sfondo) è seguito da quello del «Drago come si ritrova nelle mani dell'*Ingegniero Cornelio Meyer*» (riproduzione di quello che doveva essere un montaggio da esposizione dei resti dell'animale, con lo scheletro visibile nella parte centrale del corpo). Nulla di più. In realtà come accurati studi hanno dimostrato si tratterebbe di una chimera nella quale:" *il cranio sarebbe quello di un cane, così come la mandibola, proveniente però da un esemplare più piccolo; la gabbia toracica proverrebbe da una qualche specie di pesce osseo di larghe dimensioni, mentre le vertebre toraciche sarebbero forse quelle di un castoro; gli arti, infine, quelli di un giovane orso. Il tutto montato con l'aggiunta di false ali, coda, becco e corno*".

9 Per approfondimenti cfr. V. ORSOLINI CENCELLI, *Le Paludi Pontine attraverso i secoli*, Latina 1997.

In alto: *pianta delle Paludi pontine di Giambattista Ghigi. L'illustrazione presenta una dedica a Pio VI ed è dotata di una scala di tre miglia romane che corrispondono a Canne 2000.*
Nella pagina a fianco: *immagini della bonifica pontina realizzata in epoca fascista, tra gli anni '20 e '40.*

In questa pagina: *la campagna di sensibilizzazione al problema della malaria, lanciata dai comandi alleati nel 1945. Una delle soluzioni proposte era l'utilizzo del farmaco Atabrine.*
Nelle pagine seguenti: *l'articolo, comparso su Life del 28 febbraio del 1944, riguardante l'epidemia di tifo in corso a Napoli.*

il meridione, a Napoli scoppiò una violenta epidemia di tifo petecchiale, provocato e propagato dalla grande promiscuità e dalla poca igiene vigenti tra la popolazione, costretta nei rifugi per intere nottate e privata di acqua nelle abitazioni ancora in piedi. Senza contare che anche alle porte di Napoli e lungo la fascia costiera che si dipanava da Salerno a Reggio, le aree malariche erano ampie e frequenti, per non parlare della Maremma Toscana e della Sardegna, letteralmente devastate da quel flagello. Scriveva l'on Giustino Fortunato, 1848-1932, che la malaria: "*è* l'unico problema *per l'Italia. Infatti è stato calcolato che essa invade quasi due terzi del territorio italiano, tormenta annualmente parecchi milioni d'abitanti, e ne uccide 15 mila e moltissime migliaia rende inette al lavoro, ovvero invecchia innanzi tempo. Il danno economico prodotto annualmente dalla malaria supera certamente la terribile cifra di interessi che l'Italia sborsa ai suoi creditori. L'unità d'Italia esiste materialmente, in realtà pero vi sono due Italie: l'una prospera,*

SIGN ON NAPLES ROAD WARNS SOLDIERS AGAINST LICE

TYPHUS IN NAPLES

AMG medical officers control an epidemic with tons of delousing powder and a preventive vaccine

When the Germans retreated from Naples they dynamited the city's water system. Without water the Neapolitans could not wash their clothes or their bodies. As they became progressively more dirty they became better and better hosts for body lice which carry typhus fever. Somehow a few of these lice got a chance to bite a person suffering from typhus and thus picked up the disease. In the crowded slums of the half-homeless city these typhus-carrying lice crawled from one person to another spreading the infection as they went. When the Americans marched in last October they found an epidemic getting under way. But

Italian baby gets dusting while family smiles encouragement. Each evening Italians, like the man at the left, organize themselves into squads of dusters. Paid 80 lire per night and supervised by U. S. Army doctors, they scatter all through the city, dusting everyone they can find.

U. S. Army doctor, Major C. M. Wheeler of Berkeley, Calif. goes over a little girl who looks as if she were going to cry. Major Wheeler is head of the Contact Delousing Service which, with Italian help, has the job of going around and dusting people in their homes and shelters.

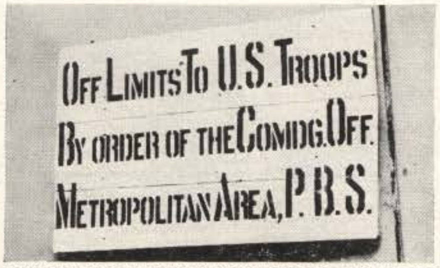
Cement mixer is used to mix the insecticide powder with Italian talc. This talc serves to prevent the powder from irritating the skin. The mixer holds half a ton of insecticide and talc at one loading and each 60-lb. bag (*center*) contains enough powder to delouse about 600 people.

Rockefeller Foundation worker examines the hair of a little girl. Head lice lay eggs which can be seen sticking to the individual hairs. Typhus is one of the great epidemic diseases of the world. In 1915 typhus spread through Russia, infecting 25,000,000 and killing some 3,000,000.

after four and a half months medical officers of the AMG last week seemed to be getting it under control.

Knowing that most of the population, after months of German oppression, had neither clean clothes nor clean bodies, U. S. doctors fought the epidemic by delousing 30,000 people a day with a new powder insecticide called DDT (dichloro-diphenyl-trichloro-ethane). As a further preventive, Naples policemen and firemen were inoculated with an effective new vaccine. This same vaccine, developed by Bacteriologist Herald Rea Cox while he was at the Rocky Mountain Laboratory in Hamilton, Mont. has kept the typhus death rate of the U. S. troops stationed in the Naples area at zero.

Once a person develops typhus there is not much, aside from good nursing, that can be done for him. The incubation period lasts from eight to 12 days and the first symptoms are backache or headache and perhaps chills. By the third or fourth day the fever rises to 103° or 104°, a bumpy red rash breaks out and usually a muttering delirium sets in. Sometimes victims have terrifying, suicidal hallucinations. If infection has not become too extensive and there are no complications like bronchitis or pneumonia, fever drops abruptly after about two weeks and patient begins to recover.



MUCH OF CITY IS COMPLETELY BARRED TO U. S. TROOPS

Woman flinches as an Italian duster gives her a blast of the powder. Most of the Italians like and appreciate their delousing. This woman, who lives in a filthy tunnel under a road, is typical of the hundreds of people who were made homeless and miserable by the German occupation.

Squirt in the hair is added precaution. Typhus is generally carried by the body louse which never crawls above neck, but occasionally head lice become infected and transmit the disease. Body lice are the same as the cooties which tortured Americans in trenches of World War I.

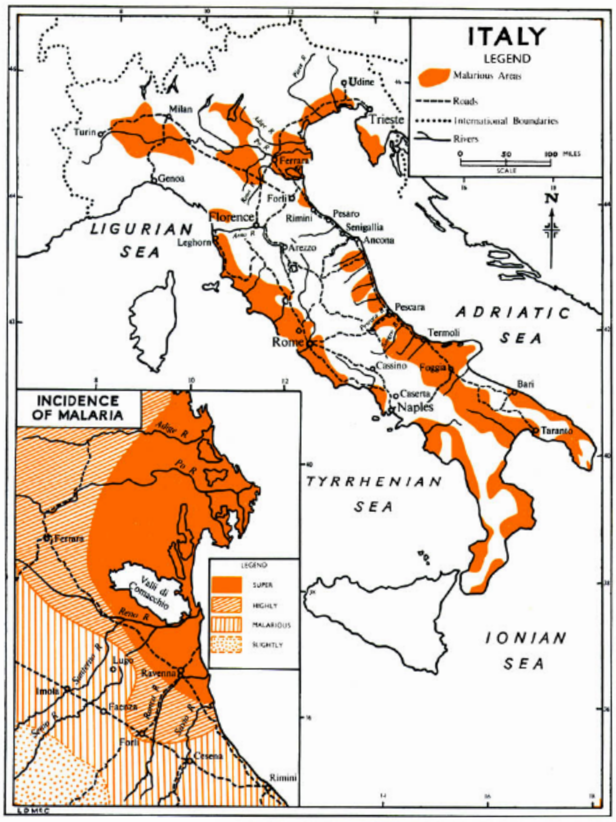
Boy fluffs powder through the hair of his small brother. Naples has had to delouse everyone going to and coming from city to prevent spread of epidemic. Typhus, like Rocky Mountain fever, is caused by Rickettsia, a microorganism larger than a virus but smaller than bacteria.

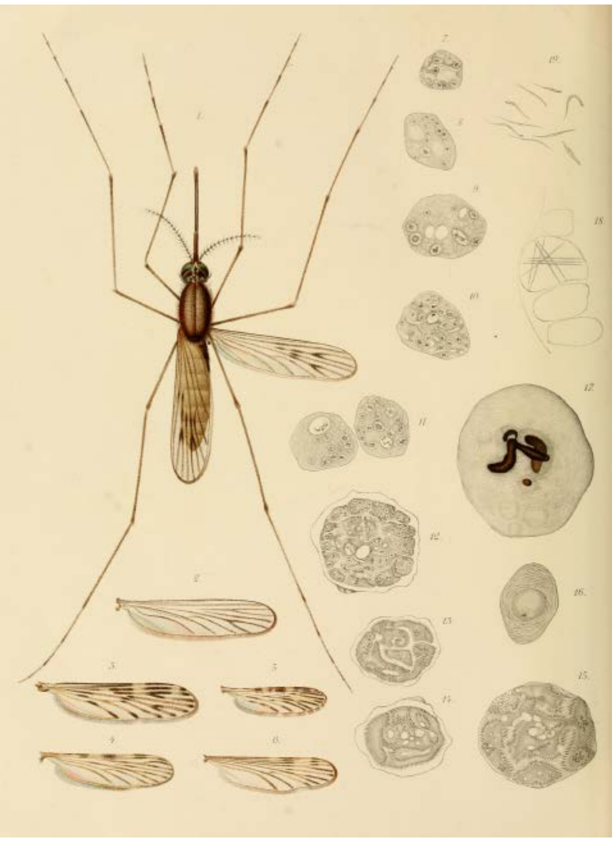
Policemen are vaccinated by Captain Maxwell Brand of Immunization Service. Vaccine is made by infecting chick embryos and allowing Rickettsia to multiply. The infected matter is then diluted. Vaccination produces little reaction but must be repeated after about six months.

l'Italia non malarica; l'altra decadente, l'Italia malarica. Nell'Italia non malarica in generale l'agricoltura è in fiore, le Industrie sono rigogliose o promettono di diventar tali, la civiltà è in progresso, come in tutte le altre nazioni civili. Nell'Italia malarica invece se si eccettua l'Italia settentrionale dove le febbri non assumono quasi mai forma grave, l'agricoltura e più o meno trascurata, le Industrie rudimentali e la vita sociale come nel medio evo."[10]

Da una meticolosa indagine in materia risultò che nella Penisola: "all'inizio del secolo, le aree malariche si estendevano per 69.670 kmq e la malaria interessava ben 2.635 comuni (pari al 37% dei comuni dell'intero Paese). In tutte le stagioni era predominante il *P. vivax*, soprattutto nelle Regioni del Nord Italia; meno frequente, ma comunque presente in ogni stagione, il *P. malariae*. Il *P. falciparum* era, invece, presente sul territorio in estate e in autunno. I vettori erano principalmente: *A. labranchiae*, soprattutto nelle Isole e nell'Italia centrale e meridionale; *A. sacharovi* diffusa al Nord, in Sardegna, Puglia e Basilicata; *A. superpictus* limitata soprattutto al Sud d'Italia. La Sardegna e la Sicilia erano senz'altro le regioni più colpite e vi si registrava il 70% dei casi nazionali. Le zone a media endemicità comprendevano: la Puglia, la Basilicata, la Calabria, la Campania ed il Lazio, con il 20% delle denunce e con un indice splenico compreso tra l'11 e il 50%. Le regioni ipoendemiche erano: il Veneto, il litorale della Toscana, l'Abruzzo, la valle e il delta del Po (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna), con il 10% dei casi nazionali. Il tasso di morbosità per malaria, a parte il picco dei 970 casi per 100.000 abitanti nel 1905, si è mantenuto tra i 400 e gli 800 casi fino al 1934, quando furono implementate, su larga scala, le misure di profilassi antimalarica.

L'elevato numero delle zone malariche e la pericolosità del fenomeno per la Sanità Pubblica indussero il governo italiano a codificare una legislazione sulla malaria (adottata integralmente anche da altri Paesi), avente come duplice finalità l'intervento profilattico e terapeutico, diretto alle persone residenti in zone malariche, e l'intervento sull'ambiente, per abbattere la circolazione ambientale dell'anofele.





10 La citazione della lettera di Giustino Fortunato è tratta da una lettera del prof. G.B. Grassi, contenuta nel fascicolo n° 7, luglio 1899, della *Rivista di Scienze Biologiche*. Sullo stesso argomento il professore scrisse anche: *A proposito della storia delle recenti scoperte sul modo di trasmissione della malaria: risposta del prof. B. Grassi al prof. Pagliani*; aggiunte all'opera *Studi di uno zoologo sulla malaria*, Roma 1901.

In alto: *la diffusione della malaria nella prima metà del '900.*
Sopra: *disegno originale di G.B. Grassi sul ciclo della malaria trasmessa dalla zanzara Anopheles.*

In materia fu emanata la «*Legge portante disposizioni per diminuire le cause della malaria*», n° 460 del 2 novembre 1901. Essa prevedeva la distribuzione gratuita del chinino ai lavoratori delle zone malariche e la disponibilità dello stesso a prezzi ridotti per tutta la popolazione."[11]

L'introduzione del chinino, nel XVIII secolo, ed il suo impiego massiccio tra il finire del XIX e l'inizio del XX secolo, valse senza dubbio a contenere la letalità della malaria, ma non certo a debellarla, intervenendo sugli effetti e non sulle cause. Tra queste, per la sua recrudescenza proprio in quello scorcio storico, come tutti convennero, vi furono le grandi opere che comportarono poderosi movimenti di terra. Si giunse persino a ipotizzare l'esistenza di una 'malaria degli sterri' che ebbe modo di manifestarsi persino a Roma nello scavo del Foro romano. Un attento osservatore: "Guido Baccelli, clinico e archeologo, riferisce che in occasione della posa in opera di una conduttura a Via Monte della Farina, a Roma, si svilupparono molti casi di malaria lungo la detta strada; lo scavo fu eseguito mentre la terra era molto bagnata."[12]

Dunque se era indubbiamente vero e riscontrabile che sin dalla preistoria gli antichi abitanti del Lazio costruirono appositi cunicoli di drenaggio per debellare la palude, non lo era affatto l'ipotesi del suo manifestarsi e dilagare nei terreni rimossi molto umidi. Scriveva, perciò, al riguardo Battista Grassi, 1854-1925, celebre per i suoi studi sulla malaria, che: "I. *Non tutti i casi di malaria che sono stati attribuiti agli sterri debbono accogliersi come indiscutibili. Molto verosimilmente non poche volte si trattava non… di febbri primitive, ma di recidive, come dimostrava la mancanza del solito periodo d'incubazione. In altri casi infine si è certamente attribuito agli sterri la malaria presa indipendentemente da essi.* II. *Gli sterri non accompagnati dalla formazione di pozzanghere di qualche durata non danno luogo allo sviluppo di malaria…* III. *I movimenti di terra, fatti in luoghi sani a parecchi chilometri di distanza dai luoghi malarici, non sono occasione, almeno in generale, di febbri malariche, perché gli Anofeli non possono arrivarvi.* IV. *Ho già accennato che tra gli operai, che lavorano agli sterri nei luoghi malarici, ve n'é spesso qualcuno già da principio in preda all'infezione. Esso infetta gli Anofeli che si trovano nella località e questi alla lor volta gli operai sani. Sorgono così, in luoghi quasi disabitati e ritenuti non molto infestati di malaria, delle gravissime epidemie di questa malattia.*"[13] Quest'ultimo aspetto, che rendeva di fatto la malaria infettiva, andò a completare il quadro epidemico prodotto dal dilagare del tifo, e non solo, per Napoli, inducendo serie preoccupazioni negli alti comandi alleati circa la salute delle truppe, inevitabilmente a stretto contatto con la popolazione. Un timore ancora maggiore derivò dall'epidemia di vaiolo: "i cui primi focolai si manifestarono nel febbraio del 1944 a Bari, Napoli e Siracusa… il più esteso fu tuttavia quello che si propagò da Napoli a gran parte della Campania. Dopo i primi casi… ad aprile la situazione si aggravò. In provincia di Napoli morirono di vaiolo 58 persone nel 1944 e 69 l'anno successivo. I mezzi per far fronte all'infezione risultarono limitati. Si provvide a vaccinare buona parte della popolazione e la quasi totalità degli infetti venne ricoverata all'ospedale Cotugno di Napoli. Anche il tifo esantematico trovò le condizioni per prospera-

11 Da C. TALONE, *Cenni storici sulla campagna di eradicazione della malaria in Italia,* in *Clinica del Viaggiatore,* 11. 12. 2010 Cesmet.com.

12 La citazione è tratta da T. DEL PELO PARDI, *I cunicoli del Lazio,* p. 13, a sua volta estratta dall'opera dello stesso autore, *Bonifiche antichissime. La malaria e i cunicoli del Lazio,* Firenze 1943.

13 Da G.B. GRASSI, *Studi di uno zoologo sulla Malaria,* London 1901, pp. 222-3.

Nella pagina a fianco: *il chinino distribuito dai Monopoli di Stato nel tentativo di debellare la malaria.*
In alto: *Paul Hermann Müller, chimico svizzero, inventa nel 1939 il DDT, un potente pesticida che troverà larghissimo impiego negli anni successivi.*
Sopra: *la lotta delle truppe alleate contro le epidemie nel meridione di Italia. L'impiego del DDT fu davvero massiccio.*

re. Durante l'inverno 1943-44, Napoli fu colpita in modo particolare dall'epidemia, per fermare la quale venne usato per la prima volta nella storia il DDT."[14] La gravità del momento impose un serio programma sanitario, finalizzato al contempo allo sterminio dei pidocchi e delle zanzare, esito ambizioso che solo un potente insetticida poteva assicurare. Esisteva già dal 1939 un potente insetticida le cui eccezionali proprietà si erano dimostrate già nelle sporadiche utilizzazioni: il para-diclorofeniltricloroetano, o più semplicemente Dicloro-Difenil-Tricloroetano, più noto come DDT. Inventato dal chimico svizzero Paul Hermann Müller, 1890-1967, nell'ambito di una ricerca di un efficace disinfestante contro i pidocchi, risultò talmente valido da fruttargli il premio Nobel nel 1948. A partire dal 1942 era stato utilizzato, di tanto in tanto, negli Stati Uniti, divenendo durante la guerra un ottimo alleato dell'esercito nel combattere i parassiti a cui andava ascritta la diffusione delle più contagiose malattie quali tifo, febbre gialla e, soprattutto, malaria. Alle varie sperimentazioni effettuate in precedenza era risultato sempre del tutto innocuo per l'uomo, ma micidiale per gli insetti, do-

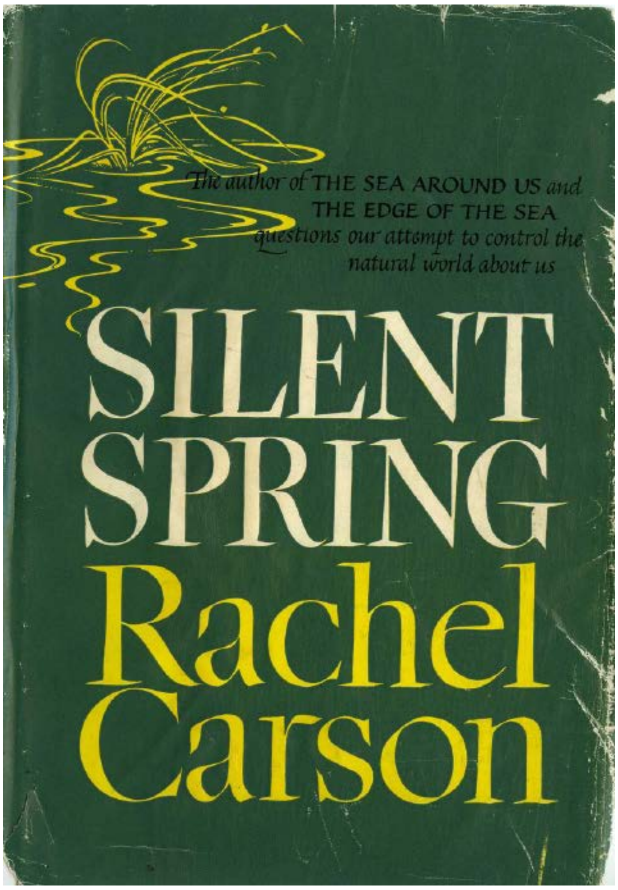
14 Da S. LUZZI, *Salute e sanità nell'Italia repubblicana,* Roma 2004, p. 47.

tato di una lunga persistenza nell'ambiante irrorato, caratteristica che ne incrementava l'efficacia nelle disinfestazioni. Il vero banco di prova si ebbe però a Napoli, dove venne usato in polvere e in dosi massicce, per stroncare l'accennata epidemia di tifo che minacciava gran parte della popolazione e le stesse truppe d'occupazione. In breve volgere l'esisto si dimostrò quasi miracoloso, come poco dopo ebbe a riconoscere lo stesso sir Winston Churchill, per i vistosi benefici conseguiti sui militari e sui civili.

Proprio in base a quei riscontri si programmò un piano d'intervento capillare su tutte le aree paludose, finalizzato allo sterminio dell'anofele e quindi alla eradicazione della malaria, irrorando con dosi massicce di DDT vaste aree delle provincie del Lazio,

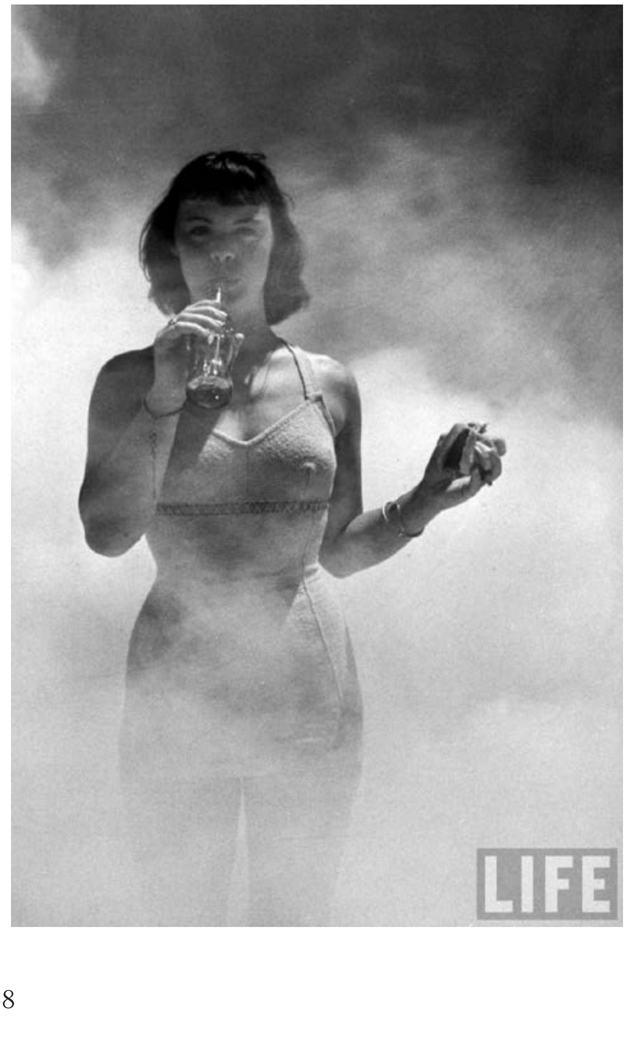
In questa pagina: *l'utilizzo del DDT da parte delle truppe alleate nel tentativo di debellare le varie epidemie sviluppatesi nel meridione d'Italia ed in generale in Europa a seguito delle drammatiche condizioni di vita imposte dal lungo conflitto mondiale.*
Nella pagina a fianco: *nel tentativo di contrastare la diffusione della malaria, il DDT fu diffuso anche con ogni tipo di mezzo meccanico.*

D.D.T.
Powerful Insecticide
Harmless to Humans
Applied by
TODD INSECT FOG APPLICATOR



del Veneto e più ancora della Sardegna. Il tifo prima e la malaria subito dopo subirono un rapidissimo e quasi assoluto regresso, convincendo a intensificare l'impiego del DDT sempre più largamente oltre che nella sanità pubblica anche in agricoltura, finendo però per lasciar sopravvivere in natura solo le specie ad esso resistenti. La guerra ai pidocchi ed alle zanzare condotte dalle truppe alleate era stata vinta, ma il DDT finì sotto accusa per inquinamento ambientale, ed il famosissimo libro della dottoressa Rachel Carson, 1907-1964, *Primavera silenziosa,* per molti aspetti manifesto del nascente movimento ambientalista, valse a far mettere il DDT definitivamente al bando, forse in maniera indiscriminata e persino ideologica, nonostante i suoi indubbi successi in gran parte del mondo.

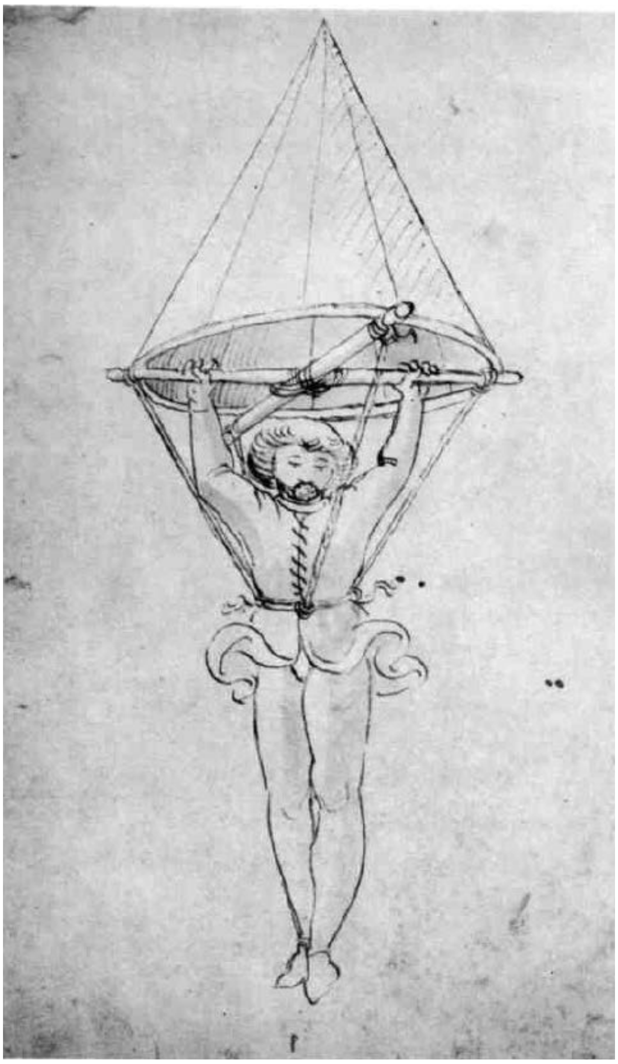
Le conseguenze, infatti, non si fecero attendere: la mortalità per malaria tornò immediatamente a crescere, attestandosi al presente tra i 100 ed i 500.000 milioni di infettati l'anno, con oltre 2,5 milioni di vittime nella sola Africa, a fronte di una non accertata tossicità del DDT, constatazione che ha indotto diversi stati africani a reintrodurne l'impiego.

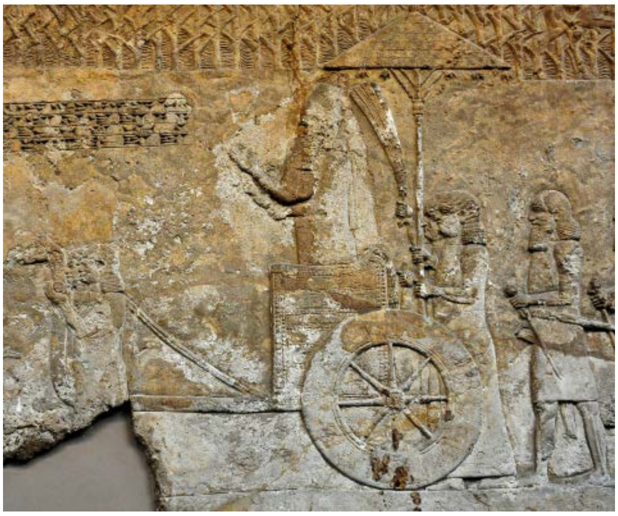


In questa pagina: *la ricercatrice Rachel Carson che, con il suo libro* Primavera silenziosa *(un successo planetario), innescò un movimento polemico nei confronti dell'abuso del DDT. Si tratta di uno dei primi movimenti ambientalisti, che trovò sfogo anche tra le pagine dei più rilevanti periodici del tempo.*

Paracadute e calze

Tra i paradossi della storia della tecnologia, il paracadute costituisce un caso emblematico, essendo la soluzione corretta di un problema che ancora non esisteva! In altre parole la sua invenzione precede di oltre tre secoli le prime adozioni sperimentali ed occorrerà più di un altro secolo ancora perché divenga indispensabile per la neonata aviazione. Nella prima metà del '400, data che per alcuni studiosi va posticipata al 1470, si rintraccia in un taccuino di un ignoto aspirante ingegnere senza dubbio di origine italiana e forse toscana, perfettamente disegnato, un paracadute conico, al quale mediante opportune imbracature sta appeso un uomo che tutto sembra indicare in caduta frenata da discreta altezza. Per altri, invece, il disegno sarebbe da attribuire a Mariano di Jacopo, detto il Taccola, 1381-1453, prolifico progettista a cui spesso s'ispirò Leonardo da Vinci, 1452-1519. L'idea che in qualche modo si rifaceva agli antichissimi ombrelli, dei quali era ben nota la resistenza all'aria quando trascinati velocemente, trovò pochi anni dopo, intorno al 1485, una replica da parte dello stesso Leonardo che oltre a mutarne la configurazione geometrica, da conica a piramidale, ne calcolò pure le esatte dimensioni necessarie

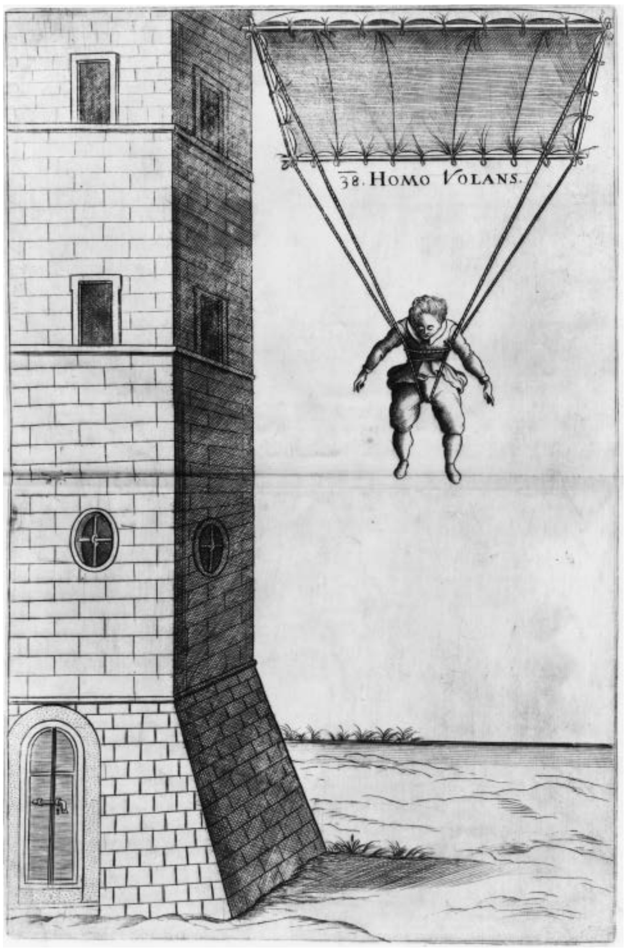




In alto: *disegno tratto da un manoscritto di Mariano di Jacopo, detto il Taccola, che anticipa di alcuni anni lo schizzo di Leonardo.*
Sopra: *in un bassorilievo assiro è possibile scorgere un grosso ombrello posto a protezione del sovrano.*
A fianco: *il celeberrimo schizzo di Leonardo da Vinci, nel quale si è voluto scorgere l'archetipo del paracadute. Ben poco funzionale appare, però, l'idea di un paracadute di forma piramidale.*

affinché la caduta, da qualsiasi altezza, di un eventuale sperimentatore fosse frenata consentendogli di atterrare incolume. Scriveva, infatti, nel suo Codice Atlantico: "*Se un uomo ha un padiglione di pannolino intasato che sia dodici braccia per faccia e alto dodici, potrà gittarsi d'ogni grande altezza senza danno di se*".[15] Ed è interessante osservare che la superficie complessiva del paracadute di Leonardo risulta di circa 60m^2, pressoché uguale agli attuali a calotta semisferica, e che il piccolo schizzo che lo raffigura va considerato un semplice appunto grafico come sembra certificare l'assenza assoluta di imbracatura per l'utilizzatore, presente invece nel paracadute conico precedente, e più ancora la mancanza di proporzionalità fra quest'ultimo e lo strumento. Dal momento che non esistevano congegni volanti di nessun tipo da cui porsi in salvo lanciandosi, né il farlo dall'alto di una rupe a picco altro non fosse se non un'aspirazione al suicidio, quel paracadute costituiva di per se una rudimentale macchina volante che consentiva un embrionale volo planato.

L'idea, forse proprio perché ancora inutile o velleitaria e quindi non meglio riscontrabile, nel 1615 trovò nel vescovo Fausto Veranzio, 1551-1617, un ulteriore divulgatore. In un suo meticoloso disegno, infatti, definì *homo volans* un temerario appeso a un elementare paracadute descrivendolo in questi termini: "*Pigliasi una vela quadra, quale sia distesa tra quatro pertiche equali, e con le funi vi s'attachi l'huomo à i quatro cantoni di quella vela, che senza alcun pericolo potria gettarsi d'una Torre, ò da ogni altro logo eminente: e' venir dabasso e se benè in quell'hora non spiri vento alcuno, tuttavia l'impeto istesso de l'Homo cadente, ecciterà a cagionarà il Vento, quale ritardar à la vela, si che non precipiti, mà descenda à poco à poco; Fa però di mistiero commensurare il peso del'homo con la grandeza de la vela*."[16] Il testo lascia immaginare più che una qualche analogia con l'idea di Leonardo da Vinci sul volo planato[17], una qualche utilizzazione circense che, forse, già era stata praticata in età classica, come sembrerebbe testimoniare l'episodio di Simon Mago.



Quanto alla sperimentazione di rudimentali paracadute dalle cronache apprendiamo che nel dicembre del 1783, ci fu il lancio del francese Louis Sebastien Lenormand dalla sommità dell'osservatorio di Montpellier[18] appeso a un embrionale paracadute dal telaio rigido che, comunque, gli garantì una discesa sufficientemente lenta. Per tornare a parlare di paracadute propriamente detto, però, bisogna attendere lo sviluppo delle mongolfiere e soprattutto i loro primi funesti incidenti, che in assenza di un qualsiasi dispositivo di salvezza si concludevano inevitabilmente con la morte degli aeronauti. Sappiamo così dai grafici pervenutici che l'adozione del paracadute

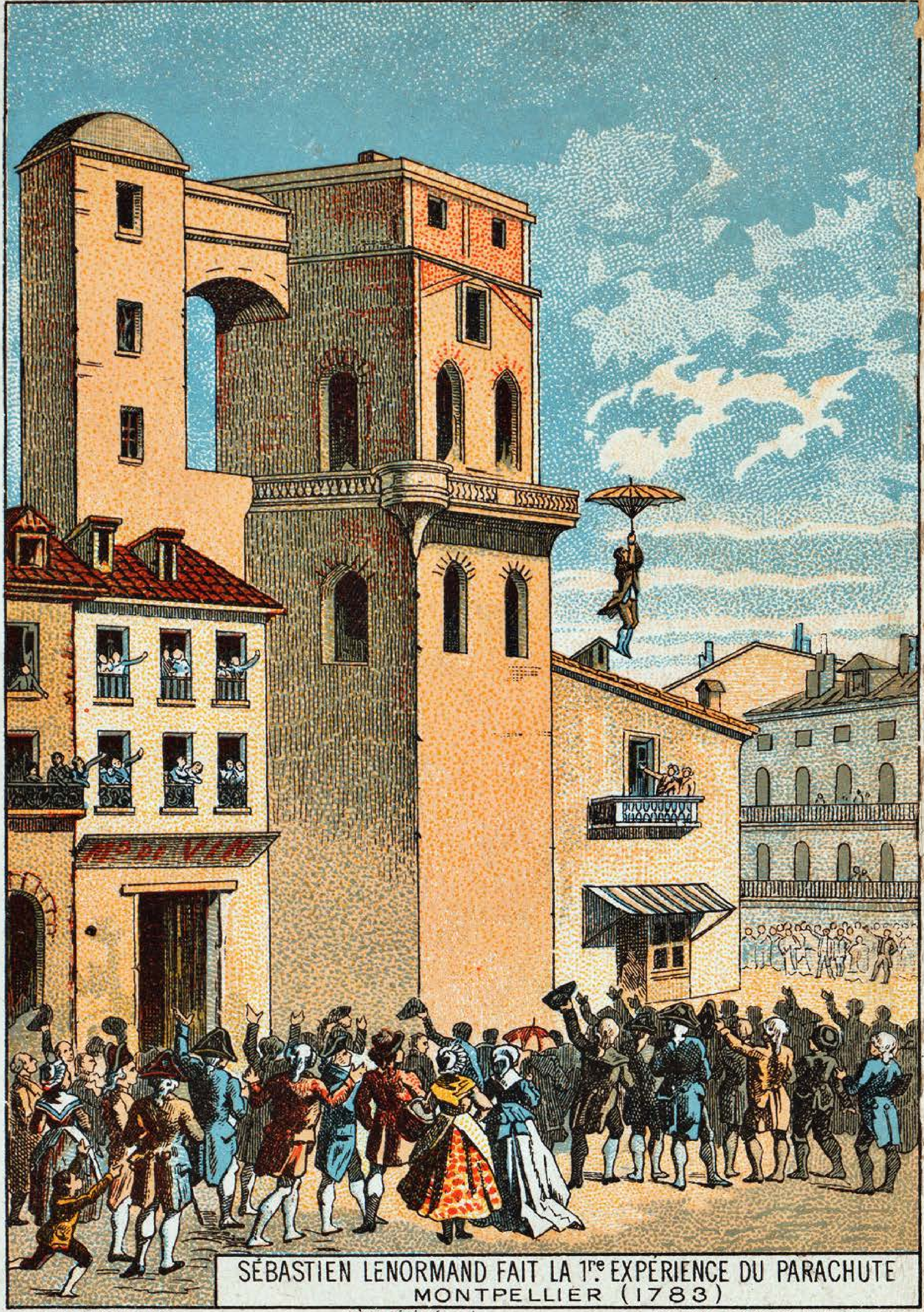
15 Didascalia tratta dal Codice Atlantico di Leonardo da Vinci al fol. 381 v.

16 Da F. VERANZIO, *Machinae Novae*, Venezia 1616, p. 14 della sezione in italiano.

17 Per approfondimenti cfr. L. WHITE jr, *L'utilizzazione dell'aria nel Medio Evo La tecnologia precedette la scienza nell'invenzione dell'altoforno, del mulino a vento e della pompa aspirante. Nel Medio Evo furono costruiti un aliante, una turbina a gas e fu concepito il paracadute,* in Le Scienze 1 novembre 1970, pp. 96-104.

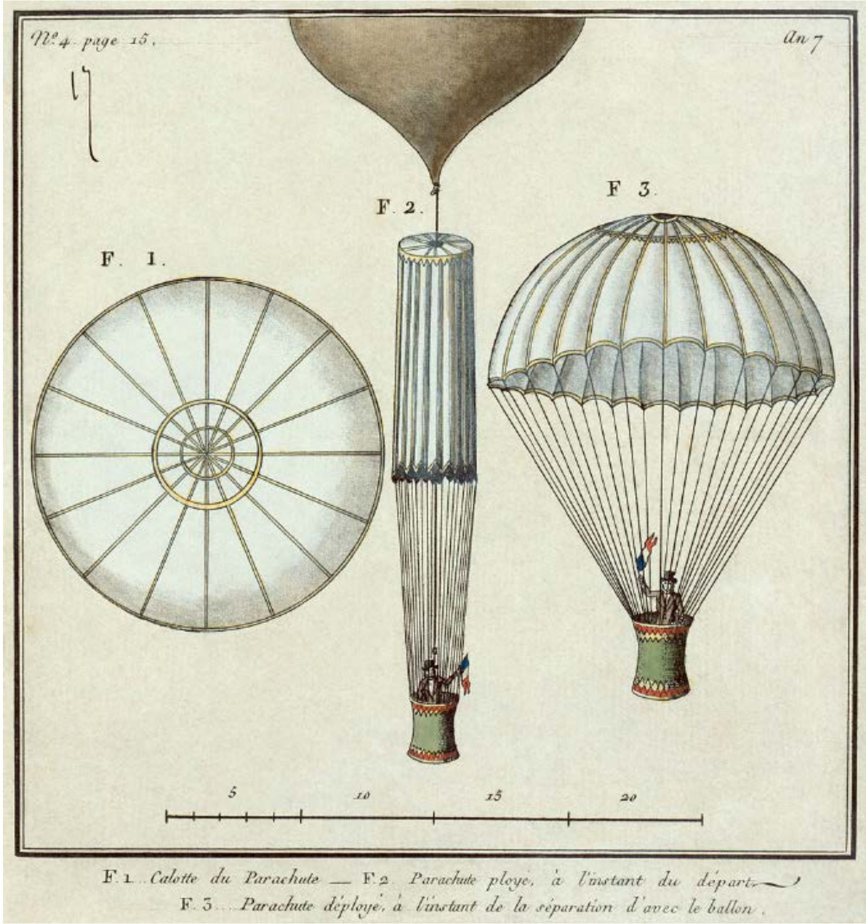
18 Cfr. L. WHITE, *L'invenzione del paracadute,* in Tecnologia e cultura, vol. 9 n°3 luglio1968, pp. 462-467.

In alto: *l'Homo Volans, un'illustrazione tratta da un codice di Fausto Veranzio, vissuto nella seconda metà del XVI sec.*
Nella pagina a fianco: *Sebastien Lenormand si lancia dalla torre dell'osservatorio di Montpellier, 1783. Illustrazione degli ultimi anni del XIX sec.*



SÉBASTIEN LENORMAND FAIT LA 1re EXPÉRIENCE DU PARACHUTE
MONTPELLIER (1783)

COLLECTION 476 2ème Série (No 3) ROMANET & Cie IMP. EDIT. PARIS.



si orientò in due distinte direzioni: abbastanza grande da potersi applicare all'intera navicella, come una sorta di scialuppa dell'aria, o al contrario relativamente piccolo per il solo indossatore. Fu la prima tipologia che dimostrò pochi anni dopo, nel 1797, l'efficacia del paracadute in seguito alla caduta di una mongolfiera da 900 m di quota, pilotata da André-Jacques Garnerin, frenata da un paracadute con calotta semisferica di seta priva d'intelaiatura. Esordì così sul finire del XVIII secolo l'interrelazione paracadute-seta e gli sviluppi avvicendatisi nel corso del XIX e, soprattutto, nel successivo a partire dagli anni '20 non ne muteranno la stretta interdipendenza, anche dopo una brevissima parentesi che vide l'impiego della tela per le calotte. Certamente la seta costava molto di più ma era di gran lunga più resistente, più leggera, più sottile e più facile da piegare, in definitiva più fluida e meno ingombrante: requisiti talmente basilari da far relegare in seconda linea l'alto prezzo del pregiato tessuto cinese, il cui commercio era avvenuto per millenni lungo la mitica Via della Seta.

Tra i tecnici italiani che ebbero un ruolo di spicco nei perfezionamenti del paracadute, i cui primi lanci si rintracciano nel 1916, quasi dall'anno di formazione dell'Aeronautica Militare Italiana nel 1923 e di cui entrerà a fa parte, vi fu l'allora tenente Prospero Freri, al quale si deve il nostro primo paracadute che definì 'aerodiscensore'.[19] Nel '24 lo stesso ufficiale ideò un paracadute dorsale abbastanza moderno, il *salvator*, nome quanto mai allusivo. L'ancoraggio al corpo avveniva mediante una fascia pettorale che finiva per far scaricare lo strappo di frenata sul torace, soluzione non ideale dal punto di vista fisiologico. Nel frattempo anche negli Stati Uniti gli

19 Per approfondimenti in materia cfr. P. FRERI, *Scendono dal cielo. La storia e la pratica del salvataggio aereo. Prefazione di Italo Balbo*, Milano 1930; dello stesso autore *Le meduse del cielo*, Roma 1939 ed ancora *Un ordigno di salvezza: il paracadute*, Novara 1925.

esperimenti tesi all'ottimizzazione del paracadute procedevano incessanti e porteranno all'adozione del paracadute ausiliario, accessorio da allora imprescindibile del principale. Nel 1927 l'Aeronautica brevettò 250 paracadutisti e pochi anni dopo saranno i sovietici a indire una gara di paracadutismo, segno eloquente che la disciplina sta ormai uscendo anche dall'ambito militare per assumere attraenti connotazioni sportive. Il paracadute continua a perfezionarsi anche in Italia tant'è che nel 1936 i rifornimenti

Nella pagina a fianco: *in alto, raffigurazione schematica del primo paracadute di Garnerin usato nella discesa del Parc Monceau il 22 ottobre 1797. L'illustrazione risale agli inizi del XIX secolo; in basso, stampa ottocentesca che mostra l'impresa di Garnerin.*
In alto: *la Via della Seta da Xi'an a Damasco (in giallo).*
Sopra a sinistra: *illustrazione tratta dalle pagine del "The Illustrated London News" del 28 settembre 1912, raffigurante l'avveniristica invenzione di un tecnico anglo-americano: un paracadute racchiuso in una scatola posta alle spalle dell'aviatore.*
Sopra: *il paracadute progettato e realizzato da Prospero Freri nel 1924, simile per molti aspetti al precedente e realizzato in seta.*

Lastenfallschirm
Peterhänsel
Gerät-Nr. L C 50 Ausf. C
9628
Werk-Nr.
Gewebe
Hersteller: ekd.
28. Juli 1941
Werkkontrolle
28 Juli

alla 3ª Armata in Abissinia vengono assicurati con aviolanci, tecnica che visti i positivi riscontri sarà utilizzata anche successivamente. Tralasciando le migliorie apportate al paracadute *salvator*, sul finire del '39 dopo alquanti gravi incidenti venne sostituito col modello l'IF 41/SP (Imbracatura Fanteria 1941 Scuola di Paracadutismo): "si tratta di un paracadute con calotta di seta di 59 metri quadrati formata da 20 fusi, il cui fascio funicolare confluisce in un singolo punto centrale dell'imbracatura all'altezza della schiena. L'imbracatura in canapa linizzata, è costituita da una cintura pettorale dotata di due nastri spallari e due nastri cosciali, tutti regolabili. La sua robustezza e affidabilità sono di tutto rispetto…"[20] La breve descrizione del paracadute italiano permette di concludere che alla viglia della Seconda guerra è ancora sempre e soltanto di seta: immaginabile l'enorme quantitativo necessario per equipaggiare una divisione ed i relativi ingentissimi costi.

Non altrettanto avveniva negli Stati Uniti dove, dopo un identico incremento esponenziale del fabbi-

Nella pagina a fianco, in alto e nella pagina seguente: *quella del paracadute fu un'invenzione in costante evoluzione tra gli anni '30 e '40. Ciò che resta invariato, invece, è il materiale con cui erano costruiti, sia per gli alleati che per i tedeschi: la costosissima seta.* Sopra: *un abito femminile realizzato con la seta recuperata da un paracadute.*

20 Citazione tratta da L. SERENELLI, *Il paracadutismo nella Storia*, pubblicazione online 12 maggio 2009 e da PARACADUTISTI SAVONA, pubblicazione ANPd'I marzo 2016.

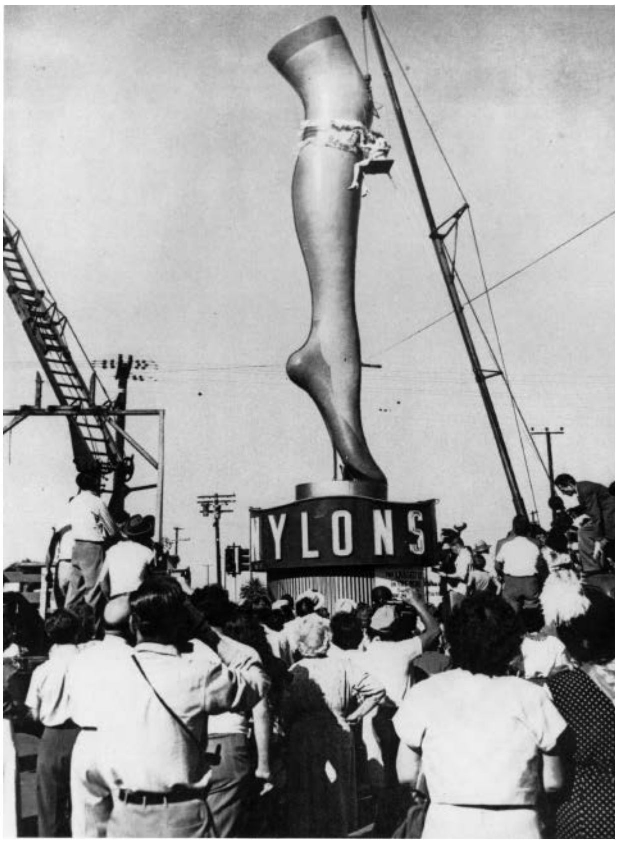
sogno di seta su finire degli anni trenta, paventandosene l'interruzione delle forniture dal Sudest asiatico con l'ormai imminente entrata in guerra del Giappone, se ne avviò la sostituzione sintetica. Da pochi anni, infatti, e certamente non per caso, nei laboratori della DuPont, in seguito ad una lunga ricerca costata ben 27 milioni di dollari, verosimilmente in buona parte sostenuta dalla difesa, il chimico Wallace Hume Carothers, 1896-1937, aveva ottenuto una singolare fibra dalla policondensazione di una diammina e di acido adipico. Tra le sue peculiarità la possibilità di essere tirata in fili di qualsiasi spessore e lunghezza, di straordinaria resistenza e di notevole trasparenza, ideali tra l'altro per tessere calze da donna, in sostituzione delle costosissime di seta, fin troppo facili a smagliarsi.

Nel 1939 alla fibra è dato il nome di *nylon* e un paio di calze ottenute dal suo impiego debutta: "nell'esposizione internazionale di San Francisco nel 1939, ma è dal 1940 che... è commercializzata con lo slogan *robusta come l'acciaio, sottile come una ragnatela* eppure più elastica di tutte le comuni fibre naturali". Immediato e travolgente il successo tra le donne, che presero ad affollare le rivendite che ne esponevano i primi esemplari.[21] Se, infatti, l'esordio del nylon avvenne nel '39, quel trionfo industriale si manifestò pienamente quando: "l'anno successivo le calze di nylon iniziarono ad essere vendute in pochi negozi di Wilmington, il centro in cui aveva sede la DuPont de Nemours. Ma dal momento che per acquistarle donne e uomini arrivavano persino da New York, la distribuzione fu avviata subito in tutto il Paese americano, sino a raggiungere - dopo il primo anno - la quota di 64.000.000 di paia vendute. Nel 1940 con l'inizio della Seconda guerra mondiale, la produzione di calze in nylon nei titoli più fini venne interrotta e le donne finivano col disegnarsi sulle gambe quella cucitura posteriore che caratterizzava le loro amatissime compagne quotidiane."[22] Il fenomeno commerciale è singolare nella sua portata, ma non imprevisto dal momento che già: "nel 1939, tante fotografie immortalano donne in coda avanti ai negozi dove si vendono le prime calze in *nylon*:

In alto e sopra: pubblicità dei primi anni '40 relative alle calze realizzate col nuovissimo materiale dalle caratteristiche eccezionali: il nylon, fibra sintetica ottenuta dalla policondensazione di una diammina e dall'acido adipico.

21 Dalla tesi di Laurea triennale di Ingegneria dei Materiali di D. ZAVATTINI, relatore prof. E. Bernardo, 2010-11 *I filati di nylon 6,6: lavorazioni e caratteristiche principali, applicazioni e valutazione ambientale del ciclo produttivo.*

22 Citazione tratta da *La calza nella storia*, pubblicazione online di divulgazione STELLINI, http://www.centrocalza.it/la-storia-della-calza/


YLONS

leggere, sottili, resistenti alle smagliature e, inutile negarlo, sexy. Subito dopo, però, lo scoppio della Seconda guerra mondiale, impone all'industria americana di utilizzare il nuovo prodotto per produrre tessuti, cordami per le navi e per il traino di mezzi e soprattutto, paracadute."[23]

Al di là dell'apparenza meramente casuale di quella radicale requisizione, si devono ravvisare le lunghe ricerche e i costosi esperimenti condotti, come accennato, quasi certamente con la forte spinta degli ambienti militari, per il crescente timore del rarefarsi della seta. Ovvio concludere, perciò, che l'invenzione del *nylon* come suo surrogato: "non nacque per caso. Gli scienziati americani cercavano alternative alla seta giapponese, che costava cara. La scoperta in un laboratorio della DuPont di Wilmington, nello Stato americano del Delaware, risale in effetti al '35, il processo fu brevettato l'anno seguente e commercializzato nel '38. Ma solo nel '39 fu usato per produrre le calze da donna e la novità fu accolta da un successo istantaneo… La pubblicità (piuttosto sexy per l'epoca: l'immagine di una giovane che infila una calza nera fino alle cosce) le reclamizzava come indumenti di biancheria intima femminile con «la resistenza dell'acciaio e la sottigliezza di una ragnatela». Nel giro di due anni, le calze della DuPont conquistarono il 30% del mercato Usa e da lì presero il balzo per conquistare il mondo. Resta un mistero da dove venga esattamente il nome."[24]

In conclusione, solo ammettendo una compartecipazione militare nell'invenzione del *nylon*, non desta meraviglia che un prodotto di così straordinario successo commerciale fosse improvvisamente ritirato dalle vendite, senza che la fabbrica desse evidenti segni di disappunto. Anche ammettendo per la DuPont forniture economicamente più remunerative, non si spiega la totale rinuncia a quel florido mercato, peraltro destinato rapidamente ad intensificarsi. La disponibilità delle calze di *nylon*, infatti, cessò improvvisamente, così com'era iniziata, quando il *nylon* assurse a materiale strategico, indispensabile per la fabbricazione di tende e prioritariamente di paracadute. La scom-

Nella pagina a fianco: *l'entusiastica reazione del pubblico femminile alla comparsa sul mercato delle calze in* nylon. *Numerose le file fuori dai primi negozi che le posero in vendita.*
Sotto: *una fin troppo audace pubblicità comparsa sui periodici a cavallo tra il 1939 ed il '40.*

23 Da M. GOTA, *L'invenzione del nylon,* pubblicazione online del 9.11.2012.
24 Citazione tratta dall'articolo *Lunga vita alle calze di nylon,* pubblicato su *La Repubblica* del 29. 03. 2014.

UNCLE SAM NEEDS
Your Discarded
SILK and NYLON STOCKINGS
for Gun Powder Bags
Please Launder and Leave Here

parsa delle ambitissime calze provocò una vera crisi di astinenza in molte donne, che giunse a suggerirgli di imitarne le più vistose caratteristiche. Solo a partire dal 1943 in America ricomparvero le calze di *nylon*, provocando una nuova ondata di acquisti. Del resto: "per un paio di calze una donna poteva spendere dalle 10 alle 20 lire: non era poco, ma era sempre molto meno della seta… Ma, nonostante il risparmio, c'era chi non si poteva permettere nemmeno il *nylon* e si rimediava così: nasce la *Fintacalza*. È un barattolo di tintura, da spalmare fino al giro coscia. Assieme a una matita a carboncino per tracciare la linea nera sul retro: capacità autarchiche applicate alla moda."[25]

Il *nylon* durante l'utilizzo bellico subì costanti perfezionamenti, divenendo una fibra molto migliore al suo concludersi, ricavandone perciò un filo alquanto più sottile e trasparente, ancora più adatto che in precedenza alla fabbricazione di calze da donna, che prodotte di nuovo in massa consentirono finalmente non solo di soddisfare la richiesta di milioni di donne, ma anche di fornire alla truppe di occupazione nei Paesi ormai sconfitti, una preziosa e richiestissima merce di scambio.

25 U. BROCCOLI, *A un passo dalla guerra ma con le calze*, in *Corriere della Sera, Gli anni della speranza 1938,* del 16.04. 2013.

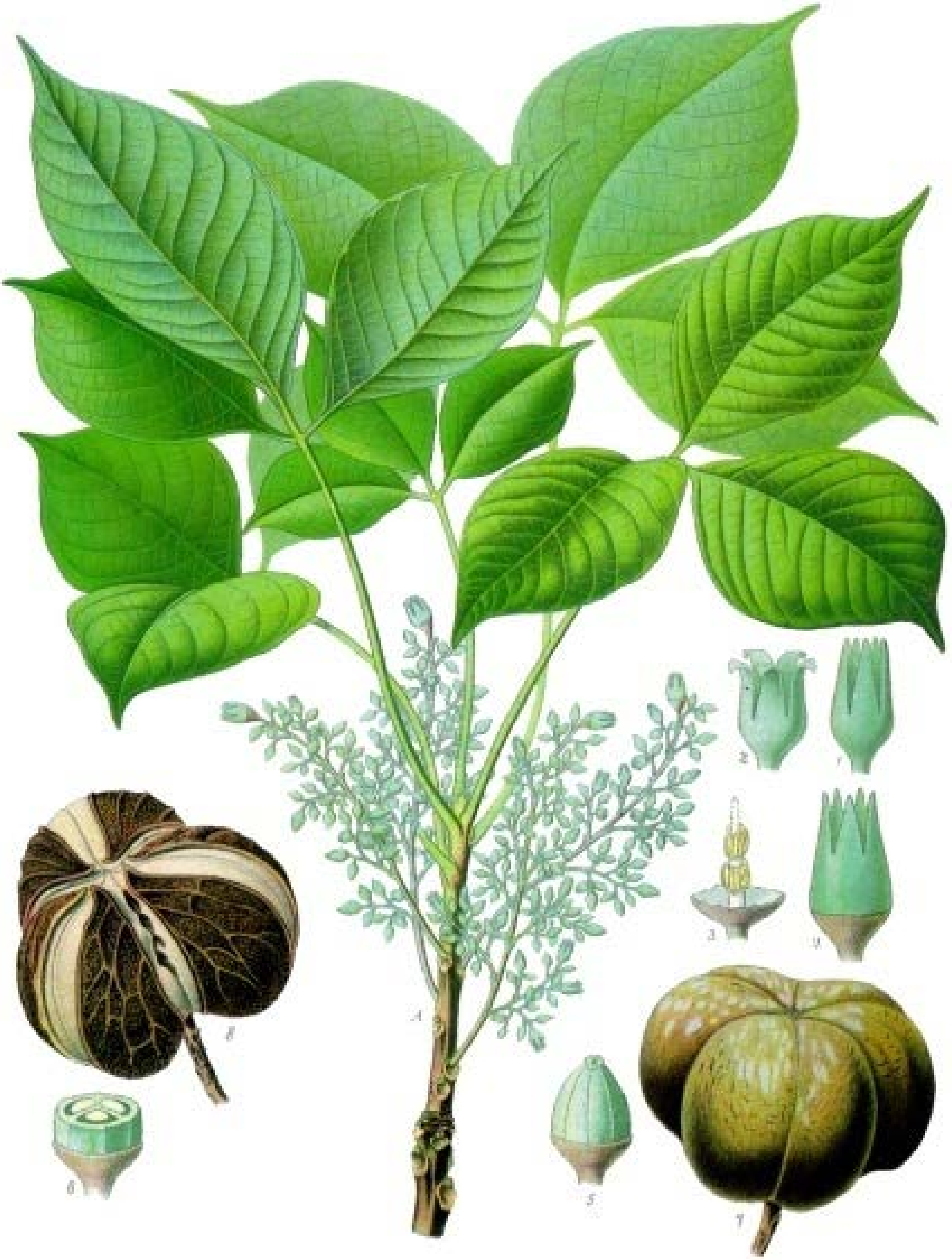
Nella pagina a fianco: *una foto degli inizi degli anni '40 ritrae una ragazza che risponde all'appello della propaganda (Lo Zio Sam ha bisogno delle tue calze di seta o di* nylon *per i ragazzi dell'artiglieria. Per favore riciclale e lasciale qui), donando un paio di calze.*
In alto: *le proteste che non tardarono ad arrivare per il ritiro dal mercato delle calze in nylon, a seguito dell'enorme richiesta del materiale per commesse belliche.*
A fianco: *la fantasia femminile, pur di sopperire alla mancanza del sensuale accessorio, improvvisa la finta calza, dipinta lungo le gambe.*

Pneumatici di guerra

Nel viaggio di ritorno dall'America, Cristoforo Colombo portò in Europa per la prima volta un pane di gomma cruda: la raccolta del suo lattice, fatto colare dai tronchi in apposite scodelle tramite profonde incisioni oblique, avveniva già da secoli ad opera dei Maya e poi degli Aztechi, che con esso costruivano delle sfere di circa 4 kg, per il loro gioco della palla.[26] La gomma era tratta sotto forma di linfa dall'*Hevea Brasiliensis*, specie arborea che cresceva all'epoca soltanto nei paraggi del Rio delle Amazzoni. Ovviamente allora si trattò di una mera curiosità non contemplandosi alcun impiego concreto per quella resina molliccia e appiccicosa, utilizzazione che acquisirà soltanto dopo il 1839, con l'invenzione del processo di vulcanizzazione di Goodyear, 1800-1860, "mediante la quale la gomma naturale perde

26 D. R. *The Mesoamerican Ballgame in the American South-west, in The Mesoamerican Ballgame, Tucson, Arizona, 1991, pp. 101-125.*

Sotto: *la profonda incisione praticata nella corteccia di un albero di caucciù per consentire l'uscita del lattice.*
Nella pagina a fianco: *raffigurazione dell'Hevea Brasiliensis in un erbario.*



le proprie caratteristiche essenzialmente plastiche per acquistare quelle di un materiale essenzialmente elastico e poco rigonfiabile a contatto di solventi organici. Il termine è stato usato originariamente per indicare il processo di riscaldamento della gomma con zolfo, ma oggi in senso più lato comprende ogni reazione chimica che produca effetti analoghi, non solo sulla gomma naturale, ma anche su quelle sintetiche o su qualunque altro materiale."[27] Affiorarono così le precipue proprietà della gomma, da allora di enorme interesse industriale, sebbene la ristrettezza della sua area di produzione ne costituisse un grave ostacolo alla diffusione. A partire dal: "1873 furono realizzati diversi tentativi di far crescere questa pianta al di fuori del Brasile. Qualcuno ebbe successo, e l'albero della gomma si diffuse nella maggior parte delle colonie britanniche dell'Asia, altri, invece,

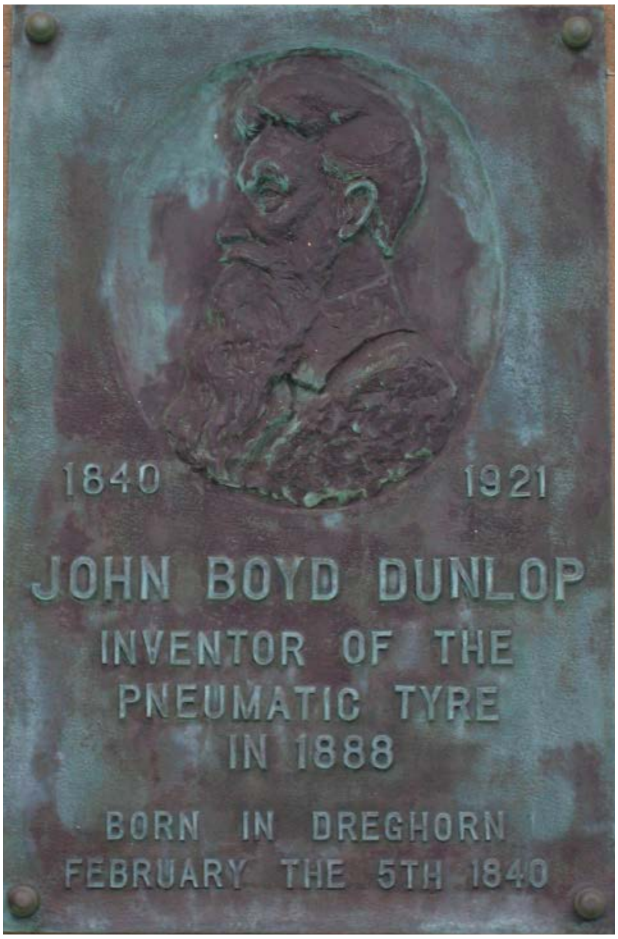
27 Citazione tratta da Enciclopedia Treccani online alla voce 'vulcanizzazione'.

Nella pagina a fianco: in alto, *illustrazione tratta da un codice del XVI sec. relativa al gioco della palla praticato dai nativi americani;* in basso *uno degli enigmatici cerchi in pietra che si ritrovano lungo le mura di alcune città antiche nell'attuale Messico. Da più studiosi sono stati correlati al gioco della palla.*
In alto e al centro: *palle in caucciù dal peso di circa 4 kg, realizzate dai nativi americani per finalità finora ricondotte al solo aspetto ludico.*
A lato: *tentativi di esportazione delle piante di caucciù al di là dell'America Latina.*

in altre zone del Sud America, non diedero risultati soddisfacenti. Ad oggi sono presenti piantagioni nel Sud-est asiatico, nell'America latina ed anche in alcuni Paesi dell'Africa tropicale. La produzione di gomma naturale è quindi appannaggio di alcuni Paesi in via di sviluppo ed è al 90% esportata."[28]

L'interesse, e quindi il valor economico della gomma naturale s'incrementò rapidamente negli anni successivi, soprattutto grazie alla nascente industria automobilistica, specie dopo l'introduzione dei pneumatici di John Boyd Dunlop, 1840-1921, che fondò la *Rubber Dunlop* nel 1889 per la loro realizzazione. Nel frattempo le piantagioni dell'*Hevea Brasiliensis* in Malesia, ormai lussureggianti, fornivano la maggiore aliquota della produzione di gomma naturale.

Ma proprio la Malesia sul finire del gennaio del 1942 fu saldamente conquistata dalle armate giapponesi, per cui da quel momento le forniture in Occidente di gomma, già scarne nel precedente biennio, cessarono del tutto. Quanto grave fosse la carenza di gomma lo si deduce ricordando che a fronte di una produzione nazionale di 8.400 t/a stava un consumo in tempo di pace di 600.000 t/a, che le ostilità avrebbero in pochi mesi incrementato vistosamente. La situazione, quindi: "risultò subito molto grave. Era necessario che il paese, ormai in guerra, iniziasse a produrre di punto in bianco 800 mila tonnellate annue di gomma sintetica, senza peraltro arrecare alcun disturbo alle altre produzioni belliche: la produzione di alluminio doveva essere aumentata di sette volte, del magnesio di cento volte, del petrolio di quattro volte (fino a 5 milioni di barili al giorno), le raffinerie dovevano produrre toluene come base per 4.000 tonnellate al giorno di trinitrotoluene. Era inoltre necessario produrre enormi quantità di acciaio di ogni tipo, polietilene, siliconi, polivinilcloruro, *nylon* per paracadute e tende, atebrina contro la malaria nel Sud Pa-



Sopra: *targa commemorativa per John Boyd Dunlop, fondatore dell'omonima e famosissima azienda di pneumatici.*
Sotto: *il lattice allo stato grezzo, prima della lavorazione industriale.*

28 La citazione è tratta *Hevea Brasiliensis* in WIKIPEDIA, alla voce *'Hevea Brasiliensis'*.

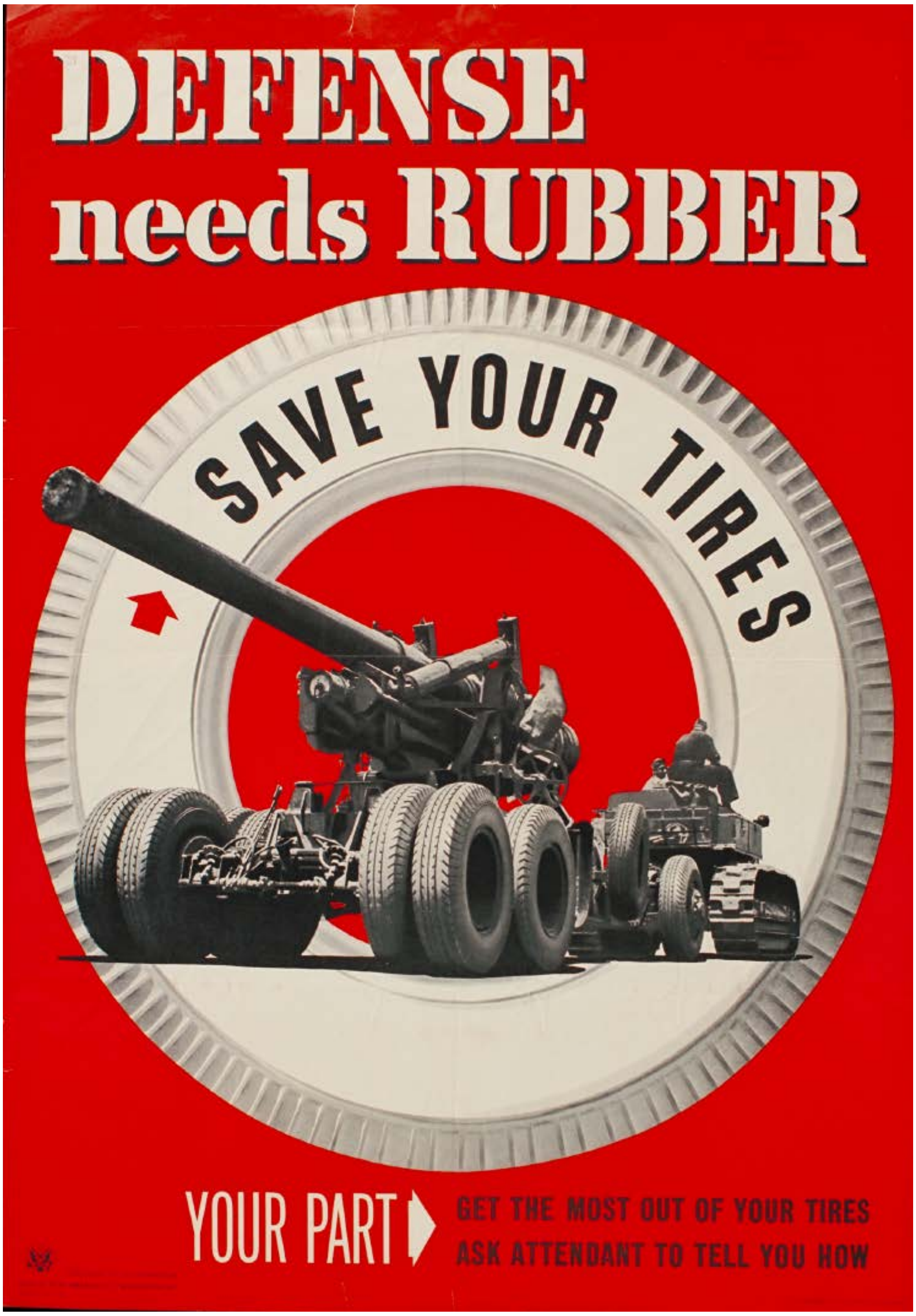
cifico, DDT, penicillina; ultimo ma non meno importante, era necessario produrre in modo segretissimo la bomba atomica. Solo nella prima metà del 1942 il governo compilò ordini alle industrie militari per 100 miliardi di dollari, pari al prodotto interno lordo degli Stati Uniti. La pianificazione della produzione della gomma sintetica subì un primo balzo in avanti dopo il disastro di Pearl Harbour: già il 20 dicembre 1941 si passò da 40 a 120 mila t/a e, subito dopo, a 400 mila tonnellate; dopo il disastro di Singapore la produzione salì a 600 mila t/a (3 marzo 1942) e infine a 800 mila t/a (21 aprile). Le restrizioni al consumo della gomma furono drastiche: la velocità dei veicoli su strada fu imposta a 35 miglia/ora (circa 55 Km/h); fu istituito il controllo dello stato di usura dei pneumatici; la gestione delle riserve di gomma fu posta sotto controllo federale."[29]

La gravità del momento, del resto, traspare in pieno già dalle parole dell'appello radiofonico lanciato dalla radio in data 27 giugno 1942 dal Presidente F. D. Roosevelt che, rivolgendosi al popolo degli Stati Uniti, lo sollecitava a consegnare il più presto possibile presso le 40.000 stazioni di servizio della rete americana, ogni oggetto di gomma in suo possesso. Fecero eco, poco dopo, anche le inequivocabili parole del Presidente del Comitato per la Gomma, che ormai contava soltanto sulla produzione sintetica: "*Se non saremo in grado di produrre rapidamente una grande quantità di gomma di sintesi il nostro sforzo bellico e la nostra economia andranno al collasso*".[30] Grazie alle richieste di Roosevelt si racimolarono circa 450.000 tonnellate di gomma usata, con una resa del 50%, e un altro 1.100.000 si aggiunse nei mesi successivi per complessive 800.000 tonnellate circa, quantitativo appena sufficiente per rispondere alle prime esigenze.

29 Da P. MALTESE, *La gomma del governo: come gli americani vinsero la guerra*, in rivista *Materie Plastiche ed Elastomeri*, Milano, marzo 1999.

30 Ibidem.

Sotto e nella pagina seguente: *propaganda dei primi anni '40 per il risparmio della gomma, sempre più necessaria in ambito bellico.*



They've got more important
places to go than you!...
WALTER RICHARDS
Save Rubber
CHECK YOUR TIRES NOW
DIVISION OF INFORMATION
OFFICE FOR EMERGENCY MANAGEMENT
WASHINGTON, D.C.

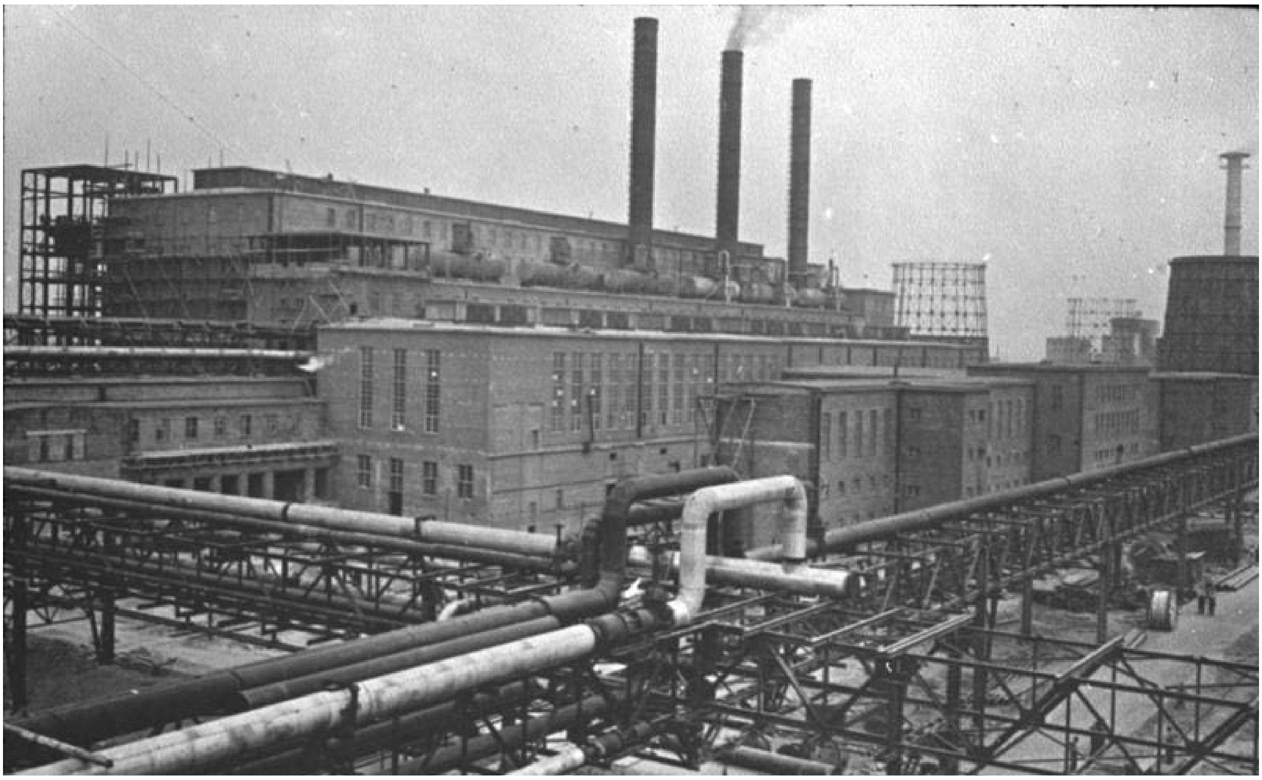
Paradossalmente per motivi sostanzialmente analoghi, ma connessi con la mancata padronanza delle rotte marittime, anche la Germania soffriva un'identica penuria, per cui si vide costretta ad approntare nei suoi stabilimenti chimici una gomma sintetica. Non si trattava di un'assoluta novità essendosi manifestata un'analoga carenza in Europa durante il precedente conflitto, per cui già allora Russia e Germania avevano tentato con qualche successo la sintesi chimica della gomma. Il prodotto ottenuto, però, si dimostrò talmente scadente da non consentire di eccedere le 2.300 tonnellate, ma valse come punto di partenza per i nuovi studi. In America sul finire degli anni '30, per il rapido aggravarsi della situazione in Europa e in Estremo Oriente: "alcuni settori militari americani manifestarono interesse verso la gomma di sintesi per pneumatici, sperimentata da cinque industrie del ramo, di cui iniziava negli Stati Uniti una modesta produzione su scala pilota. Si tenga infatti presente che alla fine del 1941 gli Stati Uniti avevano una produzione di elastomeri di sintesi di 8.383 ton/a, pari allo 0,8% del consumo di gomma in un anno. La caduta della Francia nel giugno 1940 pose, sia pure tardivamente, in movimento alcune strutture governative americane e nell'agosto dello stesso anno, mentre l'Inghilterra combatteva uno scontro epico contro il blitz aereo tedesco, venne avanzato un piano di produzione di 100.000 t/a di gomma di sintesi presso 12 società del settore, con un impegno di 100 milioni di dollari a carico dello Stato.

Tuttavia la previsione fu quasi subito ridotta a 40.000 ton/a su 4 impianti da 10.000 ton/a ciascuno, dato che il Governo non poteva finanziare il piano per più di 25 milioni di dollari, pari al 75% dei costi. Questa decisione fu in parte dovuta alla fiducia degli Stati Uniti nella propria potenza militare, in parte al timore di una reazione negativa anglo-olandese nei confronti di un eventuale cartello americano della gomma, ed in parte alla fiducia in una politica di risparmio e recupero delle proprie riserve di gomma. Idee non condivise né dall'industria, né dalle sfere militari, in quanto in tal modo si sottovalutava la crescente pericolosità della situazione all'inizio del 1941, con la guerra già in corso in Europa da due anni. Per la produzione di 40.000 t/a di gomma BUNA-S occorrevano gli impianti di butadiene, di stirene, di polimerizzazione e degli ausiliari chimici necessari: i primi due ad opera di società petrolifere e chimiche; il butadiene da butano e butene (deidrogenerazione catalitica, *Standard Oil*) e da alcool (*Union Carbide*); lo stirene da benzolo ed etilene; la polimerizzazione ad opera dell'industria della gomma, che avrebbe anche sperimentato il prodotto. Erano inoltre necessari da diciotto a trenta mesi per l'intera realizzazione del piano, sia pure su scala così ridotta. Continuando a perseverare nell'errore, il 20 febbraio 1941 un memorandum di origine governativa affermava che: «ancorché tagliata qualsiasi fornitura di gomma, gli Stati Uniti possedevano una riserva sufficiente per tre anni» e, quindi, un mese dopo (28 marzo 1941) fu deciso che i quattro impianti previsti da 10.000 tonnellate annue avrebbero dovuto produrre soltanto 2.500 t/a ciascuno.. e fu soltanto per le pressioni dei tecnici che, nell'ottobre del 1941, fu ripreso il piano dei quattro impianti da 10.000 tonnellate ciascuno, già varato un anno prima ed ancora in fase di progetto. Un anno era stato irrimediabilmente perduto, malgrado la guerra in Europa avesse assunto proporzioni gigantesche con l'invasione tedesca della Russia nel giugno del 1941."[31]

Nel frattempo con l'ascesa del nazismo al potere l'affrancamento dell'industria bellica tedesca dalla dipendenza straniera della gomma fu immediatamente perseguito, fino a ottenere un primo composto definito Buna, nome derivatogli dalle iniziali di *bu-tadiene* e sodio, in latino *na-trium*, distinti con le lettere N ed S. La Buna N, noto anche come nitrile o NBR, è un copolimero di butadiene e acrilonitrile. Dal punto di vista chimico ha un'elevata resistenza ai carburanti a base di petrolio; dal punto di vista meccanico, poi, possiede una buona flessibilità a bassa temperatura e supera la maggior parte degli elastomeri per resistenza alla compressione, allo scorrimento ed all'abrasione. Scarsa invece la sua resistenza alla esposizione della luce, all'ozono, unitamente a una ridotta stabilità all'invecchiamento naturale. Le sue peculiarità restano sostanzialmente immutate tra -40° e 135° C, ed essendo un copolimero di stirene e butadiene possiede proprietà simili alla gomma naturale.

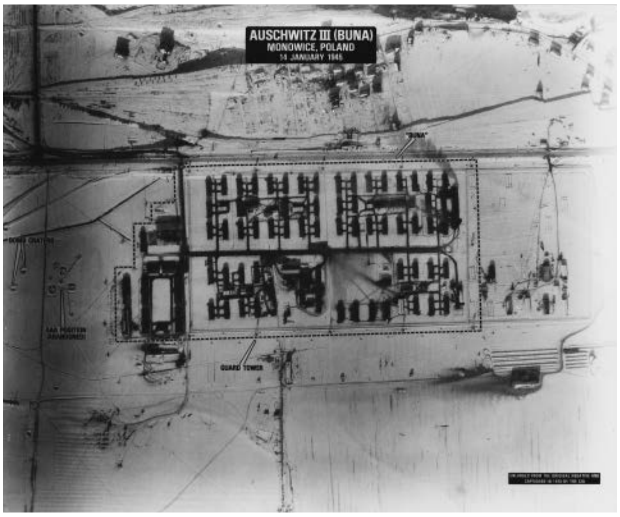
La SBR, poi, o gomma SBR, dall'inglese *Styrene Butadiene Rubber*, è un elastomero costituito da unità monomeriche, di stirene e butadiene. A sua volta ha una buona resistenza all'abrasione e, soprattutto, stabilità all'invecchiamento, resistendo inoltre agli olii minerali, agli idrocarburi ed ai grassi in genere, dimostrandosi così la gomma allo stirene industrialmente più importante. Contiene tipicamente il 23,5% di stirene e il restante 76,5% di butadiene. Viene dalla sua invenzione utilizzato principalmente per produrre pneumatici, tubi, tacchi e suole di scarpe, guarnizioni, piste di atletica leggera.

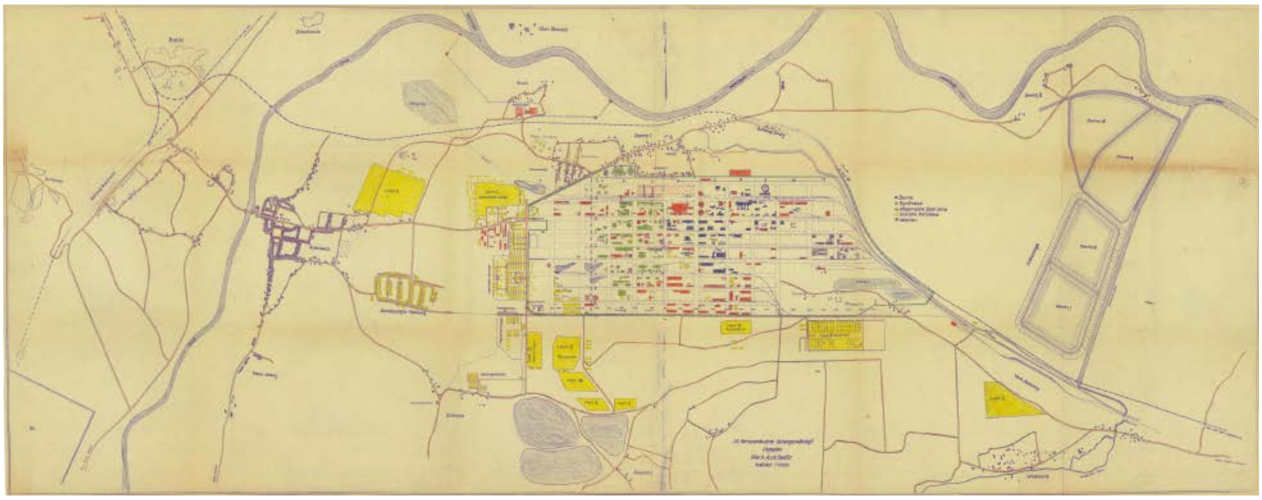
31 Ibidem.



La gomma SBR, reputata la migliore della serie delle gomme sintetiche per le sue caratteristiche, fu adottata per sostituire la gomma naturale. Il suo brevetto fu concesso ai chimici tedeschi Eduard Tschunkur, 1874-1946, e Walter Bock, 1845-1948, nel 1933. Anche gli Stati Uniti pervennero alla realizzazione della stessa Buna S, che però chiamarono con sigla di guerra GR-S, ovvero *Government Rubber-stirene*.

La produzione della Buna tramanda un terribile corollario, in quanto il suo principale stabilimento di produzione fu impiantato accanto al lager di Auschwitz per poterne sfruttare più agevolmente il lavoro forzato dei prigionieri. Il 7 aprile 1941: “un reparto di detenuti di Auschwitz iniziò la costruzione della *Buna*, l’imponente impianto della *IG Farben*, destinato alla produzione di combustibile e gomma sintetica, ricavandoli dal carbone. Dal momento che i prigionieri dovevano percorrere ogni giorno, a piedi, 7 Km all’andata e altrettanti al ritorno, molti di loro arrivavano esausti sul posto di lavoro. L’azienda cercò di ovviare a questo problema attivando un trasferimento con la ferrovia; infine, tuttavia, si arrivò alla conclusione che era opportuno costruire un lager nei pressi del cantiere della fabbrica in costruzione. Nacque così Auschwitz III, denominato anche *Monowitz* o *Lager Buna*, finanziato dalla *IG Farben*. A causa dei problemi creati dall’epidemia di tifo, il nuovo campo poté essere attivato solo nell’autunno





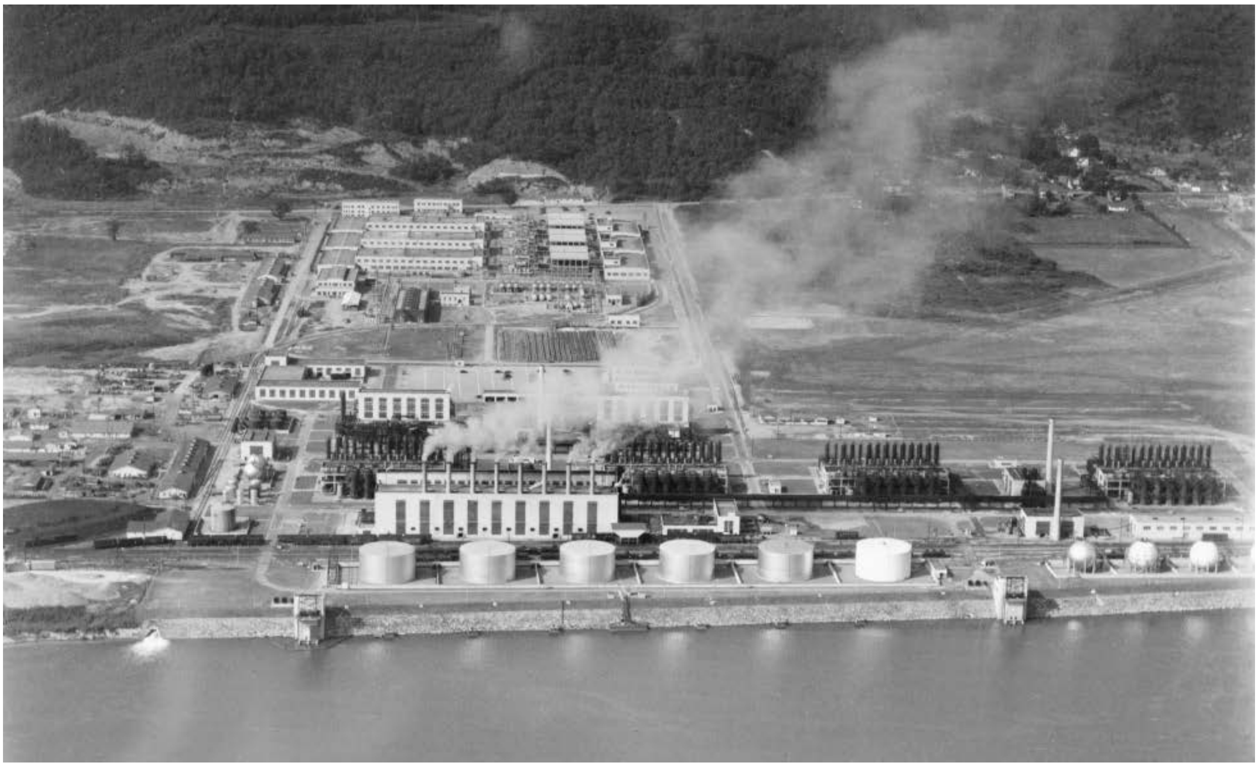
del 1942; il 30 e il 31 ottobre, due gruppi di prigionieri (per un totale di circa 2000 uomini) vengono infine trasferiti nel lager di *Monowitz*. Nel 1943, Auschwitz III avrà 7000 internati, saliti ulteriormente a 11000 nel 1944. Per ognuno di essi, la *IG Farben* versava alle SS 4 marchi al giorno, che salivano a 6 nel caso in cui il lavoratore fosse specializzato.

Le condizioni di vita erano durissime. Dei complessivi 35 000 prigionieri che passarono per il lager collegato agli impianti della *IG Farben*, più di 25 000 morirono di stenti e di fatica. Alla luce di queste cifre, il colosso chimico tedesco può essere accusato di aperta complicità nel processo di sterminio. La maggior parte degli internati a *Monowitz*, infatti, erano ebrei: nell'autunno 1943, in proporzione pari al 60-75%; all'inizio del 1944, in proporzione del 90%."[32]

Può sembrare per lo meno paradossale che una delle maggiori scoperte chimiche tedesche fosse in breve cooptata dagli Stati Uniti, ma quell'evento fu la conclusione di una lunga vicenda, avviatasi con la costituzione nella Germania, dopo la sconfitta della Prima guerra mondiale, di una società commerciale da parte della *Standard Oil,* finalizzata alla vendita del petrolio e dei suoi derivati. Fu in quest'ambito che la casa americana ricevette informazioni dalla consociata tedesca circa gli studi e i progressi della chimica tedesca, e al contempo anche richieste da parte della stessa finalizzate alla progettazione di grandi impianti per l'idrogenazione del carbone, ovvero per la produzione di benzina sintetica, che andarono a placare i timori americani di un incombente esaurirsi dei giacimenti petroliferi. Da questa sorta di simbiosi mutualistica ne conseguì un accordo generale agli inizi degli anni '30, che vide la creazione di una società mista al 50%, la *Joint American Study Company* (JASCO) la cui ragione era proprio quella della ricerca sui derivati dal petrolio. Negli anni successivi la

32 La citazione è tratta da, *Auschwitz III - Monowitz. Un lager per la IG Farben,* in *Viaggio visivo nel Novecento totalitario,* a cura del Prof. Francesco Maria Feltri. I campi di Auschwitz, Auschwitz I, Birkenau e Monowitz.

In queste pagine e nella successiva: *i progetti e la successiva realizzazione degli impianti della IG Farben per la produzione della gomma sintetica, presso il campo di concentramento di Monowitz.*



società si sarebbe dedicata alla creazione della gomma sintetica, rendendo perciò comuni le scoperte in materia. Nonostante ciò, dopo la tragica umiliazione dell'attacco giapponese: "il timore per l'incombente pericolo provocò nell'opinione pubblica una violenta reazione ed un'ondata di ira popolare. Fu anzitutto lanciato un duro attacco contro il pool degli industriali che si erano associati per produrre gomma sintetica, sulla base della legge anti-trust, e fu necessario l'intervento diretto del Presidente degli Stati Uniti per bloccarlo (marzo 1942). Successivamente la stampa sferrò un nuovo attacco, che colpì soprattutto la *Standard Oil* accusata di aver creato un cartello con la I.G. tedesca per monopolizzare l'industria del petrolio e della gomma, impedendo così la produzione da parte di altre industrie e provocando la totale impreparazione del paese nel settore vitale della gomma. Anche la reazione della comunità tecnico-scientifica fu molto dura nei confronti del potere economico-politico. In un articolo riportato nella rivista *Industrial Engineering Chemistry* del 1942 si legge, fra l'altro: «è chiaro che ci siamo baloccati troppo a lungo, e che tutti i gruppi interessati dovrebbero essere abbastanza adulti da lasciare cadere le loro divergenze e confluire nel programma per produrre la gomma sintetica senza ulteriori indugi»".[33]

Da allora oltre il 70% degli attuali pneumatici è costituito di gomma sintetica Buna S, o SBR.

33 Da P. MALTESE, *La gomma del governo...*, op. cit.

L'aranciata del III Reich

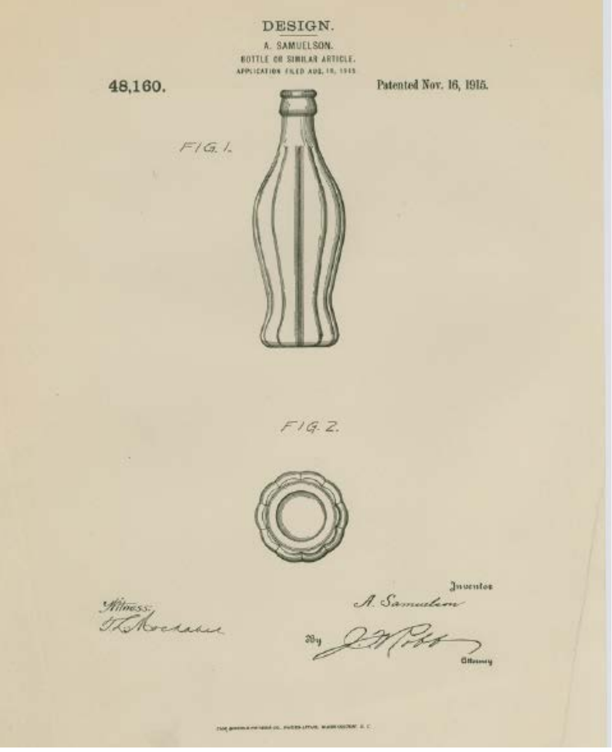
Nel 1886 una bibita inventata dal farmacista John Pemberton, 1831-1888, dalle potenzialità vagamente analgesiche e terapeutiche per la cura del mal di testa, incontrò ad Atlanta un notevole successo commerciale. Era composta essenzialmente con foglie di coca, *Erythroxylum coca,* fatte macerare nel vino. Alcuni decenni dopo, quando la legge sul proibizionismo rese necessario abolire l'alcool dalla ricetta, al suo posto s'introdusse un estratto della noce di cola, pianta tropicale ritenuta non nociva, da cui derivò il suo nome di Coca-Cola, che da allora non muterà più. La notorietà della bibita negli anni successivi si accrebbe determinando la sua diffusione quasi all'intero territorio statunitense, utilizzando allo scopo un ingegnoso sistema di distribuzione, che in seguito sarà esteso anche ai tanti stabilimenti consociati sparsi nel mondo. La fabbrica madre forniva ai consociati uno sciroppo concentrato che, previa adeguata diluizione e imbottigliamento secondo le prescrizioni della Coca-Cola e nella sua tradizio-

A fianco: *le foglie di Erythroxylum coca, che fatte macerare nel vino andavano a costituire uno degli elementi base della bevanda analgesica inventata da John Pemberton.*
Sotto: *una ricostruzione museale di John Pemberton, al banco della sua farmacia, intento a preparare la mitica Coca Cola.*

1 cm

nale bottiglia brevettata nel 1915, era immesso sul mercato fornendolo ai distributori in diversificate confezioni sia in vetro sia, in epoca successiva, in alluminio. A capo dell'industria tra il 1923 e il 1954 l'intraprendente Robert Winship Woodruff, 1889-1985, vero promotore della espansione mondiale. Fu così che si giunse alla vigilia della Seconda guerra mondiale con gli stabilimenti tedeschi saliti a ben 43, più altri 9 in costruzione, e ben 6.000 punti vendita, che smerciavano 4.500.000 bottiglie l'anno. Il merito di tanto successo commerciale derivava pure dal bassissimo costo della bibita, esito a sua volta del largo impiego di mano d'opera più o meno coatta, e di una ben orchestrata campagna pubblicitaria. Nel 1938 dopo la morte in un incidente automobilistico del responsabile della Coca-Cola tedesca Ray Power, un espatriato americano che però a detta di molti era diventato un fervente nazista, il nuovo dirigente Max Keith, figura singolare d'imprenditore, non solo riuscì a far sopravvivere gli impianti nella furia della guerra, ma anche a riconvertirli per la produzione di una nuova bevanda che incontrò un non minore gradimento presso la popolazione.[34]

34 Per approfondimenti cfr. B. MIKKELSON, *The Reich Stuff*, Snopes.com, aprile 2011.

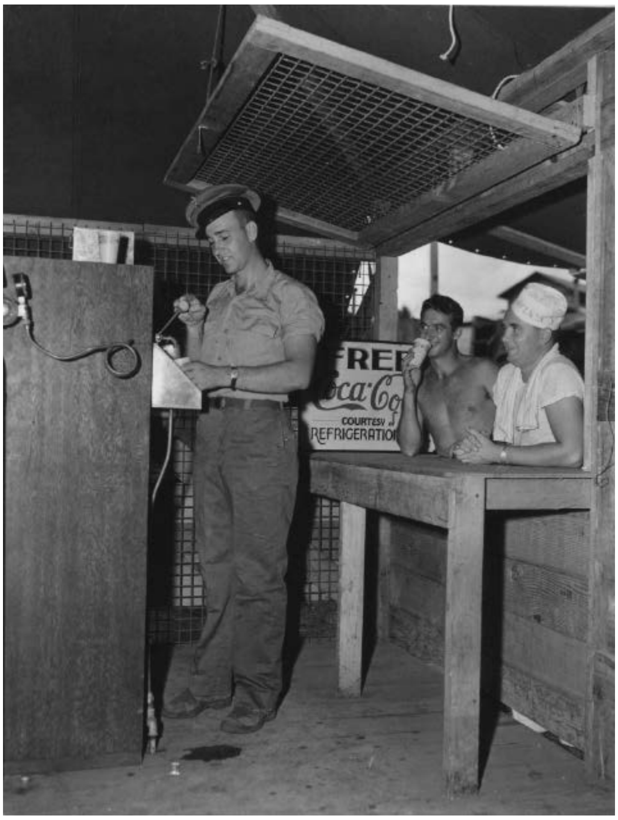


Nella pagina a fianco: *le noci di cola da cui fu estratto l'ingrediente che rese celeberrima la bevanda in tutto il mondo.*
In alto: *immagine pubblicitaria di fine '800.*
Sopra: *il brevetto della tradizionale bottiglia della Coca Cola.*
A fianco: *Robert Winship Woodruff, l'imprenditore che, a cavallo tra gli anni '20 e '50, creò il colosso mondiale Coca Cola.*

ein Volk ein Reich ein Getrank
Coke ist es
Coca-Cola
XI. Olympische Spiele
Berlin 1936

DRINK
Coca-Cola
IN BOTTLES
5¢

All'entrata in guerra degli Sati Uniti, la *Coca-Cola Company*, con un'abile mossa commerciale, stabilì di fornire gratis ai soldati impegnati in tutti i fronti la bibita, e l'Esercito appoggiò in pieno l'iniziativa. L'idea era del suo stesso presidente Robert Woodruff, che decise: "di lanciare una campagna patriottica e commerciale per il marchio: «*Faremo in modo che tutti gli uomini in uniforme ricevano una bottiglia di Coca-Cola ovunque siano ed a qualunque costo*». In questo modo la Coca-Cola mette in moto un piano ambizioso, con l'obiettivo di costruire stabilimenti di imbottigliamento per il rifornimento dell'esercito USA. Fra i militari, il personale dell'impresa era conosciuto come «*I colonnelli della Coca-Cola*» perché indossavano divise militari e avevano un grado militare corrispondente al ruolo all'interno dell'impresa. Così la Coca-Cola trasferì tutto il personale sui fronti di battaglia. Dalla Nuova Guinea al Mediterraneo, la compagnia seguì i soldati statunitensi in tutti i continenti tranne che in Antartide, fornendoli di oltre 10 milioni di bottiglie ed installando 64 fabbriche. Le spese per la costruzione erano a carico del governo. La Coca-Cola inviò un contingente di 248 uomini in tutto il mondo. I tecnici che installavano le fabbriche dietro gli avamposti militari erano considerati imprescindibili come i meccanici che riparavano i carri armati o gli aerei. Nel 1941 un ispettore della sanità dell'esercito chiese ai suoi superiori di inviare Coca-Cola ai soldati, dato che considerava la mancanza della bibita la più grande tragedia che potesse capitare alla truppa. Sembra un'esagerazione, ma non è così. Nessun francese vive senza il suo vino, nessun messicano senza la sua tequila, nessun indigeno del Chiapas senza il suo posh, nessun uruguaiano senza il suo mate, nessun boliviano senza il suo chicha, nessun russo senza la sua vodka o nessun scozzese senza il suo whisky: lo stesso vale per un soldato americano, che non può stare senza la sua Coca-Cola."[35]



35 Da G. CASTRO SOTO, *La storia oscura dell'acqua nera*, in *Il nodo gordiano*, del 30 maggio 2013.

Nella pagina a fianco: *la Coca-Cola tra gli sponsor delle Olimpiadi di Berlino del 1936 e impegnata nella realizzazione di gadgets destinati ai consumatori tedeschi.*
In questa pagina: *dopo l'astuta mossa commerciale lanciata all'ingresso in Guerra degli Stati Uniti, la Coca-Cola segue le truppe americane in tutti i teatri di battaglia, per poter garantire la promessa fornitura. In ciascun territorio, grazie anche ai fondi messi a disposizione dal Governo, verranno impiantati degli stabilimenti.*

In questa e nella pagina a fianco, in alto: *la campagna pubblicitaria della Coca-Cola nella Seconda Guerra mondiale.*
Nella pagina a fianco, in basso: *una delle prime pubblicità della Fanta.*

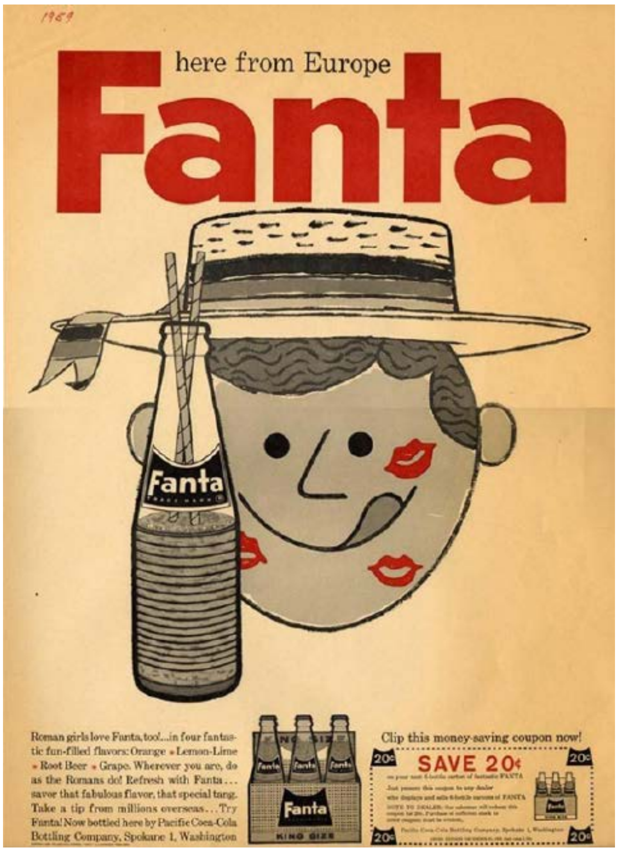
Il vantaggio che derivò alla Coca-Cola dall'operazione fu proprio la facoltà di impiantare nei diversi Paesi, alleati o occupati, altri stabilimenti di produzione, con la giustificazione che quello era l'unico modo di approvvigionare le truppe. In realtà era la premessa per la sua diffusione ulteriore nel mondo. Inoltre i soldati tornati dal fronte, come facilmente intuibile, essendo ormai ampiamente assuefatti alla bevanda, non diversamente dai drogati, non potevano farne più a meno divenendo così i più assidui consumatori.

La guerra, come accennato, e prima ancora il rigido embargo imposto, troncarono i rifornimenti degli sciroppi di base agli stabilimenti tedeschi di Max Keith, creando una esigenza che fu però abilmente soddisfatta dallo stesso personaggio. Utilizzando i pochi componenti alimentari ancora disponibili, per l'esattezza quelli provenienti soprattutto dalla lavorazione del formaggio (siero di latte), e dalla marmellata di mele, riuscì a produrre una bevanda abbastanza gradevole. Quanto al nome, secondo le memorie, derivò dalla richiesta rivolta ai suoi dipendenti di trovare un nome per la nuova bibita, magari usando la fanta-sia: e fu perciò *Fanta*. Lo zucchero, che entrava in grandi quantitativi nella ricetta della Fanta, non era ormai più reperibile a sufficienza, nonostante l'impegno

fanta
BRAUSELIMONADE
DAS ERFRISCHENDE GETRÄNK
Das erfrischende Getränk

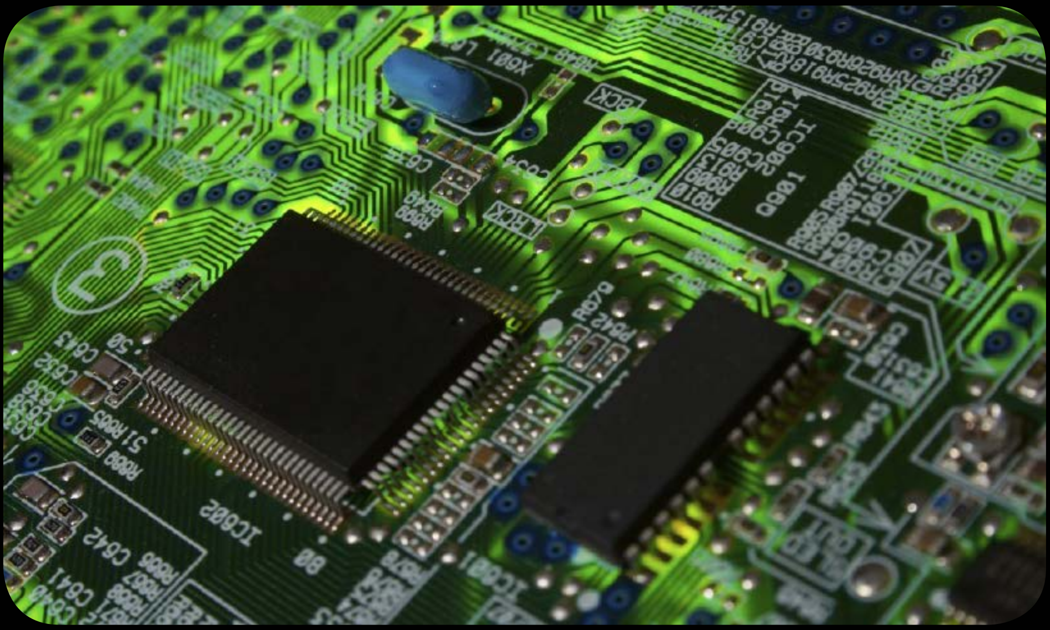
dei nazisti che utilizzavano con favore la bibita, lasciandoci concludere che il suo sapore non solo doveva risultare molto diverso dall'attuale ma per noi pure poco gradevole, e non stupisce apprendere che molti tedeschi al peggiorare della situazione usarono la Fanta come zuppa!

Le immense distruzioni subite dalla Germania negli ultimi anni di guerra non riuscirono a mettere fuori uso gli impianti della Fanta, tant'è che terminato il conflitto, quella che a giusta ragione poteva ancora considerarsi una consociata germanica della *Coca-Cola Company*, tornò a riunirsi con la sua casa madre. Nella stessa, tuttavia, sussistevano alquanti dubbi e insinuazioni sulla fedeltà di Max Keith e soprattutto l'entità del coinvolgimento spontaneo avuto con la dirigenza nazista, dubbi che vennero fugati da una meticolosa investigazione sui suoi trascorsi durante la dittatura, che lo scagionarono da ogni sospetto. Il constatare poi che, ad onta della stringente penuria di qualsiasi materia prima alimentare, il dinamico dirigente era stato in grado di creare un marchio prestigioso ed autonomo valse, forse, ancora di più della riabilitazione a farlo rientrare nella Coca-Cola. La grande industria, però, non volle continuare la produzione della Fanta, ponendone in quiescenza il marchio, che soltanto un decennio dopo, allorquando la Pepsi, sua storica competitrice, ne minacciava le vendite, lo riesumò: la Fanta, trasformata in una bibita a base di vero succo d'arance, divenne in breve il prodotto di punta della società, grazie a un insperato aiuto partenopeo. Fu intorno alla metà degli anni '50, infatti, che entrò in scena Napoli, dove forse per l'iniziativa del suo proprietario dott. Ermellino Matarazzo, la SNIBEG, Società Napoletana Imbottigliamento Bevande Gasate, superando le barriere ideologiche e geografiche imposte dalla guerra fredda, riuscì a ottenere dalla *Coca-Cola Company*, l'autorizzazione a produrre una bevanda dal gusto di arancia. Con contenuto di base di vero succo d'arance. Allo scopo si avvale della cooperazione della marchesa Bosurgi, titolare di un'azienda palermitana di succhi di frutta, che suggerì proprio l'Italia meridionale per la produzione del concentrato di arance. Dapprima i contatti con il presidente dalla Coca-Cola Export, quindi con Max Keith, e finalmente nel '55 esordì la prima Aranciata Fanta, ottenuta realmente con arance negli stabilimenti di Napoli, che di lì a breve ebbe pure la sua caratteristica bottiglia zigrinata. Nel giro di appena tre anni l'Aranciata Fanta si impose in tutto il mondo, venendo preparata con gusti tratti dai frutti tipici locali.



Nella pagina a fianco: *un'altra immagine pubblicitaria del periodo nazista.*
In questa pagina: *alcune delle pubblicità che accompagneranno l'esponsione a livello globale del marchio a partire dal dopoguerra.*

Elettronica solida



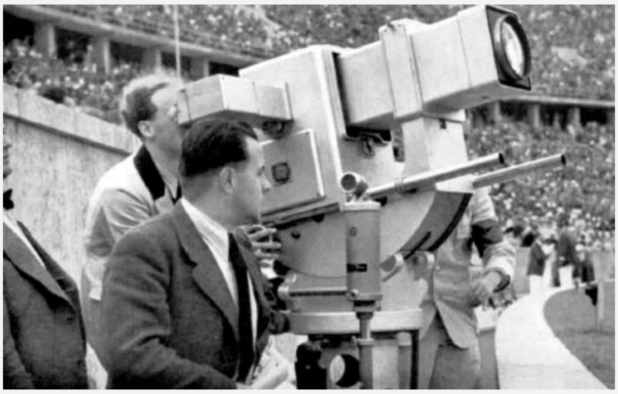
Un circuito stampato con circuiti integrati, transistor, microchip e condensatori.

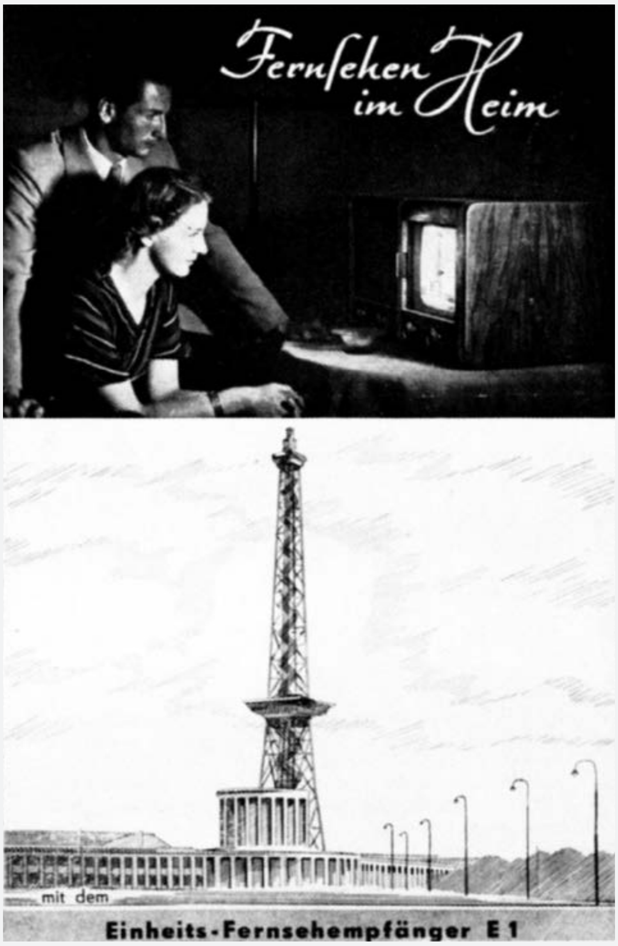
Militaria mirabilia

La seconda età della selce: l'elettronica allo stato solido

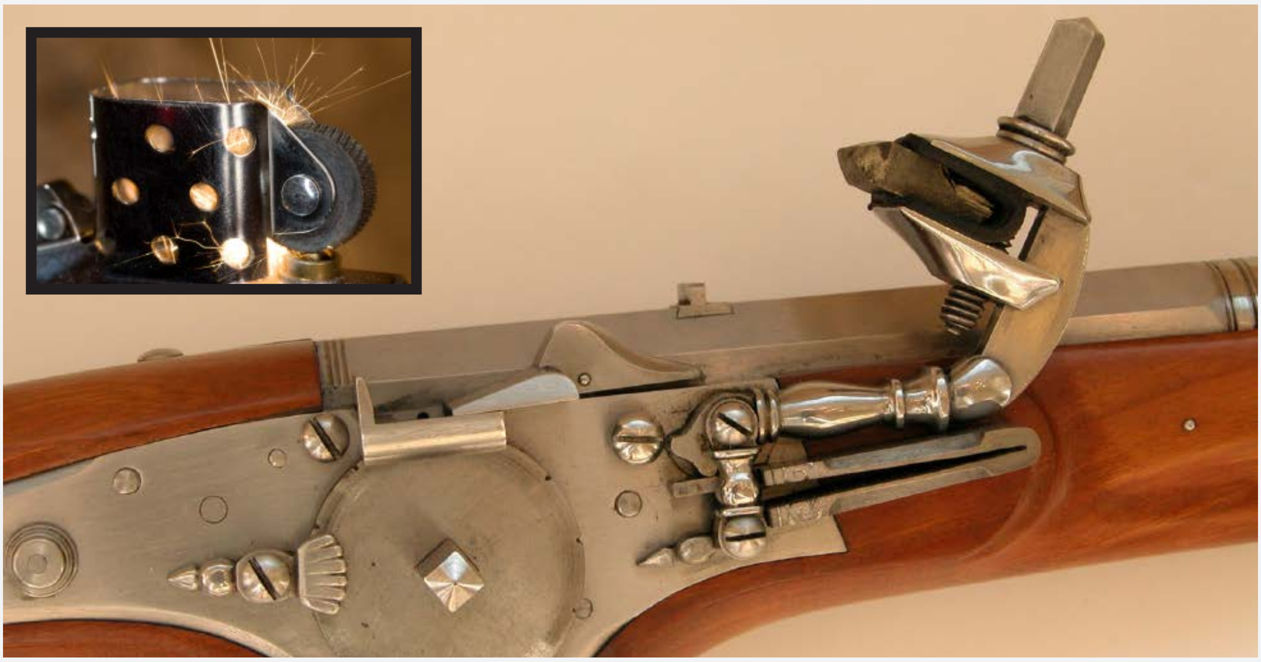
Il periodo storico in esame è senza dubbio quello che ha visto i maggiori cambiamenti tecnologici, per cui diviene difficile sceglierne fra loro i più rappresentativi ai fini delle nostra ricerca. Ci soccorre, però, una constatazione: nella stragrande maggioranza dei casi quelle novità in realtà non furono realmente tali, per cui non rientrano a buon diritto tra le innovazioni propriamente dette. Per esemplificare il telefono cellulare, di universale dominio, può considerarsi una specializzazione del radiotelefono portatile usato nella Seconda guerra; la televisione che scandisce la nostra epoca, era già esistente intorno agli anni '30, ovviamente in fase embrionale, limite che non impedì a 150.000 telespettatori berlinesi di vedere le Olimpiadi del 1936. I treni ad alta velocità, i jet supersonici commerciali o le superpetroliere gigantesche, al pari dei più avanzati sistemi di telecomunicazione sono sempre degli straordinari perfezionamenti, ma non degli originali debutti. Pertanto nella sterminata gamma di attuali prodotti tecnologici quelli realmente inediti e significativi non furono moltissimi e tra loro spicca il ventaglio determinato dall'avvento dell'elettronica allo stato solido, che scaturì dalla scoperta dei semiconduttori, in particolare del silicio, elemento che tornò così alla ribalta dopo aver dominato la più remota preistoria.

La selce o silice o biossido di silicio, infatti, fu il materiale di base della cosiddetta 'età della pietra' durante il cui immenso protrarsi - circa 3 milioni di anni -, con diverse tecniche venne trasformata in armi ed utensili, progressivamente meno grezzi e più efficaci. Conobbe in età moderna una parziale riscoperta, utilizzandosi negli acciarini delle armi da fuoco manesche, la cui estrema e umile progenie sono i nostri accendini a pietrina. Per una singolare nemesi tecnologica la silice è la materia da cui si estrae il silicio, basilare per la costruzione dei semiconduttori, componenti posti alla base dell'elettronica *allo*





In alto: *operatore e commentatore offrono la prima cronaca televisiva nella storia delle Olimpiadi. Berlino 1939.*
Sopra: *pubblicità della Telefunken per uno dei primi televisori.*



stato solido. Elemento in natura comunissimo tant'è che: "la maggior parte delle rocce, delle sabbie e dei terreni della crosta terrestre contengono silicio in abbondanza, legato all'ossigeno o a metalli… Dal 1823, quando fu ottenuto per la prima volta, per molti decenni non ebbe impieghi pratici… Oggi il silicio deve la sua importanza pratica soprattutto alle proprietà elettriche. Quando è puro, conduce poco l'elettricità, molto meno di un metallo. A differenza dei metalli, però, diventa un miglior conduttore quando lo si scalda. Per questa sua proprietà il silicio rientra in quel gruppo di solidi chiamati 'semiconduttori'…"[1]

Con il silicio si realizzò, infatti, il diodo, componente elettronico passivo a due terminali (bipolo) in grado di permettere il flusso di *corrente elettrica* in un verso e bloccarla quasi totalmente nell'altro, fenomeno che si dimostrò basilare nella messa a punto del radar, durante la 'battaglia d'Inghilterra'.

Per la storia: "furono gli Inglesi i primi a capire la potenzialità dei potenti trasmettitori di onde centimetriche ed a utilizzare diodi al silicio quali componenti essenziali di circuiti di rivelazione… per onde di circa 10 centimetri…[e] nell'autunno del 1940 il governo inglese decise di condividere con gli Stati Uniti le conoscenze [acquisite e] …dopo il diodo, divenne quindi naturale puntare alla realizzazione del triodo amplificatore a cristallo, e questo riuscì quasi subito a John Bardeen, [1908-1991], W. H. Brattain [1902-1987] e William B. Shockley, [1910-1989] che nel dicembre del 1947 realizzarono il primo 'transistor' a germanio…"[2] Il transistor, la cui invenzione frutterà ai tre scienziati il premio Nobel nel 1956, deriva il suo nome dal far: "passare la corrente attraverso una resistenza (*TRANsfers current*

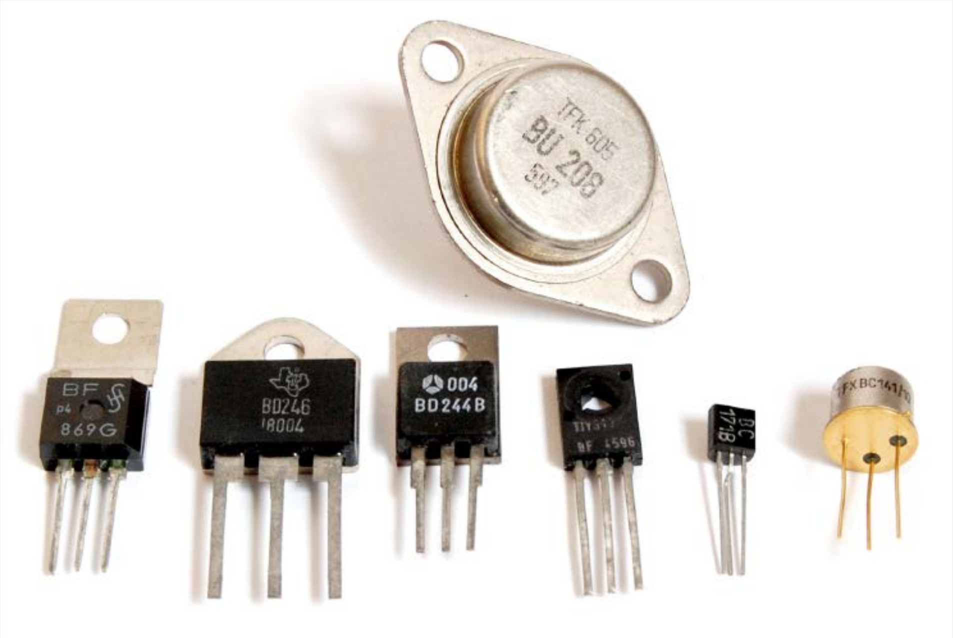
across a reSISTOR) …fatta da cristalli di silicio o di germanio, e può funzionare non solo da raddrizzatore, ma anche da oscillatore e da amplificatore… Al suo nascere prometteva di fare ciò che fino ad allora avevano fatto le valvole; ma aveva fortissime limitazioni nella frequenza e nella potenza, e generava una buona quantità di rumore. A quel punto bisognava decidere se investire ingenti somme di denaro per renderlo pratico, con il solito rischio connesso con ogni ricerca, cioè quello di non riuscire affatto o di non riuscire prima di aver speso somme enormi e anni infruttuosi. A decidere fu praticamente l'aviazione militare americana, che di qualcosa come il transistor aveva un bisogno assoluto."[3] I vantaggi

1 Da R. FIESCHI, *Dalla pietra al laser*, Roma 1981, p. 126.

2 La citazione è tratta da F. BASSANI, *Dall'elettrodinamica alla fisica dei semiconduttori: le origini dell'età del silicio*, Scuola Normale Superiore di Pisa, 3 supplemento 1998, p. 76.

3 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica*, Torino 1980, vol. IV, p. 476.

Nella pagina a fianco: *il silicio nella sua prima età. Schegge utilizzate come primitivi temperini, punte di freccia e, qualche millennio dopo, pietra focaia per l'accensione della polvere da sparo, con l'ultima filiazione, l'accendino.*
In alto: *un diodo semiconduttore per trasmissione UHF-MW, General Electric, 1945.*
Sopra: *un transistor a germanio G11 della General Electric, 1950.*



forniti dal transistor, che per l'aeronautica in genere e per quell'americana in particolare si prospettavano a dir poco rivoluzionari, erano:

1 minimo ingombro in rapporto persino alle più piccole valvole 'subminiaura' fino ad allora prodotte;
2 minimo bisogno energetico, bastando al transistor un milionesimo della potenza richiesta da una valvola per compiere la medesima funzione, potenza che in pratica finiva dissipata soprattutto in calore;
3 inutilità di un sistema di raffreddamento;
4 ampia resistenza meccanica agli urti ed alle vibrazioni;
5 longevità quasi illimitata a differenza delle ore di funzionamento garantite dalle valvole;
6 immediatezza dell'entrata in funzione senza bisogno di attendere riscaldamenti di sorta.

Peculiarità, come agevolmente constatabile, ideali per l'istallazione a bordo di velivoli da combattimenti e più ancora a missili, che perciò consentirono l'avvio della avionica, in tutte le sue più complesse e diversificate articolazioni e il cui esordio si può ascrivere ai lontani esperimenti di montare una ricetrasmittente a bordo dei piccoli aerei da caccia, dei quali è interessante rievocare delle fasi salienti dovute all'attiva collaborazione di Guglielmo Marconi con i tecnici militari italiana.

All'esplodere della Grande guerra: "l'Inghilterra possedeva sedici aeroplani e due dirigibili muniti di radio. La Germania e la Francia tennero segreto il numero di aeroplani e di dirigibili muniti di radio a quella data, ma tuttavia, in ogni modo di un numero modesto. In Italia si procedette a tale riguardo più cautamente... Nel 1915 fu deciso di eseguire presso il campo di Mirafiori a Torino un primo esperimento."[4] Nella circostanza venne adoperato un piccolo trasmettitore a scintilla di appena 30w, ma pesante ben 16 kg e di ridottissima portata, azionato da un manipolatore Morse ed un operatore, in seguito dallo stesso pilota, che lo doveva mantenere sulle ginocchia! Cosa fosse, poi, un trasmettitore a scintilla è facile precisare: si trattava in sostanza di un rocchetto Ruhmkorff che inviava l'alta tensione da lui prodotta a due sfere d'ottone, poste a pochi millimetri di distanza fra loro, definite spinterometro. In ultima analisi qualcosa di molto simile alla bobina ed alla candela delle nostre autovetture. Il fedele e compente collaboratore di Marconi, Luigi Solari, così nel suo diario ci ha tramandato la cronaca di quella cruciale verifica: "*Misi fra le ginocchia il piccolo trasmettitore, presi in mano la matassa del filo aereo da sciogliere gradatamente quando il velivolo si fosse sollevato da terra e... via! Prendemmo quota rapidamente. Ci dirigemmo verso il Moncenisio. Spirava verso le Alpi un forte vento a raffiche. L'aeroplano faceva dei bruschi salti ed aveva delle oscillazioni non ritmiche, che a me, marinaio, abituato al ritmico rullio della nave, davano un impressione poco rassicurante. Con tale impressione non riuscivo a formulare alcuna frase da trasmettere. Mi limitai perciò a trasmettere delle lunghe serie della lettere "s" (formata semplicemente da tre punti) secondo il metodo usato da Marconi nelle trasmissioni sperimentali. Quando fummo vicini al Moncenisio, feci cenno al pilota di virare di puntare sul castello di Moncalieri. Compiuti vari giri fra Moncalieri e Torino, si iniziò l'atterraggio. Ma fu un atterraggio a precipizio! Avevo l'impressione che la terra si sollevasse e si avvicinasse a me rapidamente. Ad un tratto ebbi la sensazione che andavamo a fracassarci sul suolo. Al primo contatto col suolo facemmo uno sbalzo tremendo. Sentii*

4 La citazione è tratta dal diario di Luigi Solari, biografo e collaboratore di Guglielmo Marconi, riportata da F. M. BOSCHETTO, *Radio nell'aviazione*, data imprecisata.

Nella pagina a fianco: *alcuni dei molteplici modelli di transistor.*

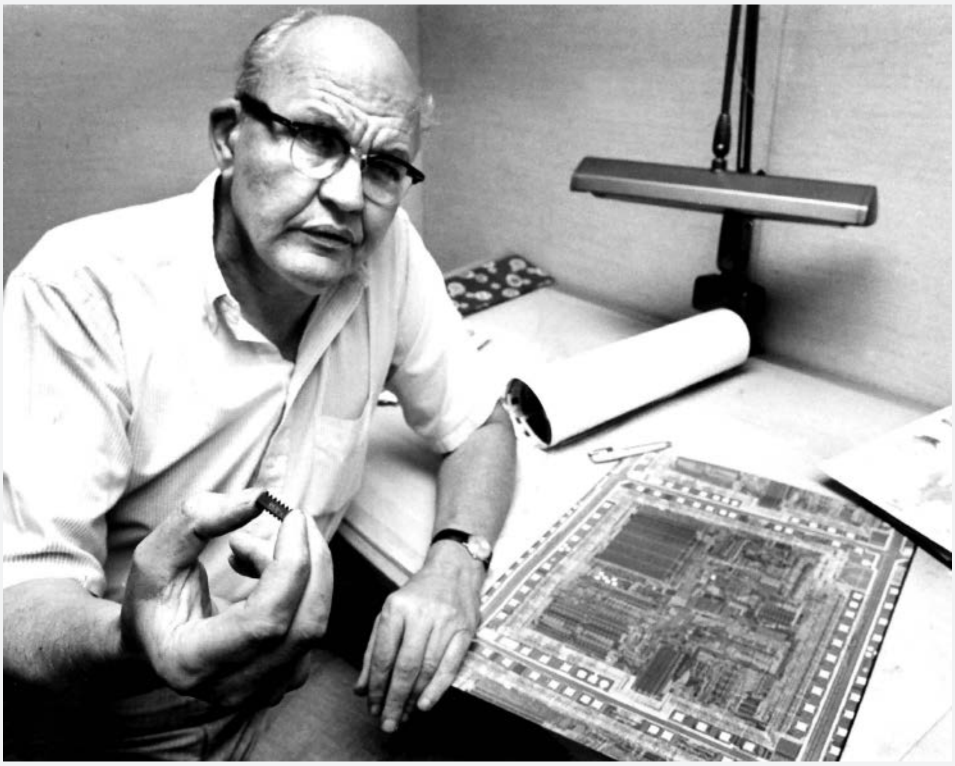
In questa pagina: *trasmettitori a scintilla di tipo campale o aeronautico (Officine Radiotelegrafiche Marconi), 1914-1920. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci", Milano.*

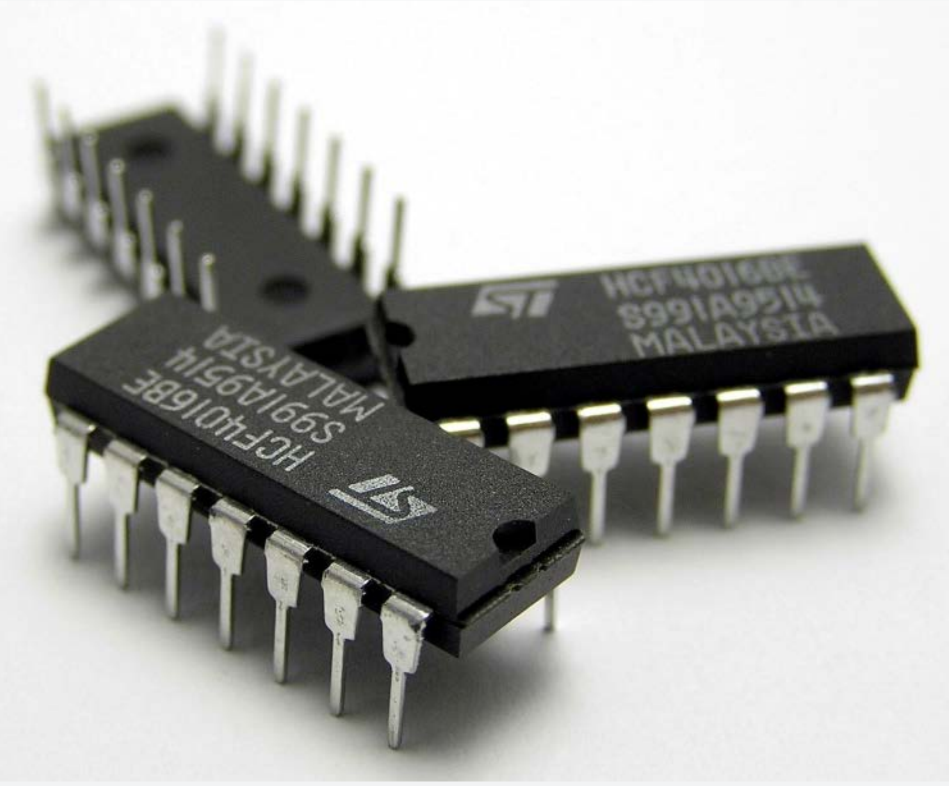
uno schianto: qualche cosa si era rotto. Dopo aver piastrellato, ci fermammo inclinati su di un'ala. Il generale Moris e Marconi mi corsero incontro… «la lettera 's' è stata ricevuta?» richiesi. «Sì, benissimo» rispose Marconi."[5]

In pochi anni, per la sua riscontrata utilità sugli aerei da combattimento e per la ricognizione e per la direzione del tiro, la radio di bordo si perfezionò culminando sul finire della guerra con le trasmissioni in fonia. Nell'ultimo mezzo secolo: "dopo che il silicio ebbe sostituito il germanio, i progressi furono rapidi ed enormi. Si pensi ad esempio che nello spazio occupato da un solo transistor oggi se ne sistemano oltre centomila [attualmente milioni n.d.r.] (non proprio tutti transistor, ma in qualche modo analoghi). Una delle conseguenze della riduzione nelle dimensioni (o 'miniaturizzazione') è stata la riduzione dei costi… Abbattimento dei costi e progresso nelle prestazioni hanno portato a un rapido aumento della produzione e del mercato… Nei primi anni dello sviluppo della tecnologia del silicio per applicazioni elettroniche nessuno avrebbe sospettato l'esistenza di un mercato potenziale di tale ampiezza."[6] Innumerevoli le applicazioni consentite dall'avvento del transistor, sia per la navigazione in mare e in cielo quali il radar, il radioaltimetro, la radiobussola e poi via via altre ancora fino al prezioso GPS, tutte

5 Dal diario di Luigi Solari alla data 1915. Cfr. L. SOLARI, *Guglielmo Marconi*, Bologna 2011.

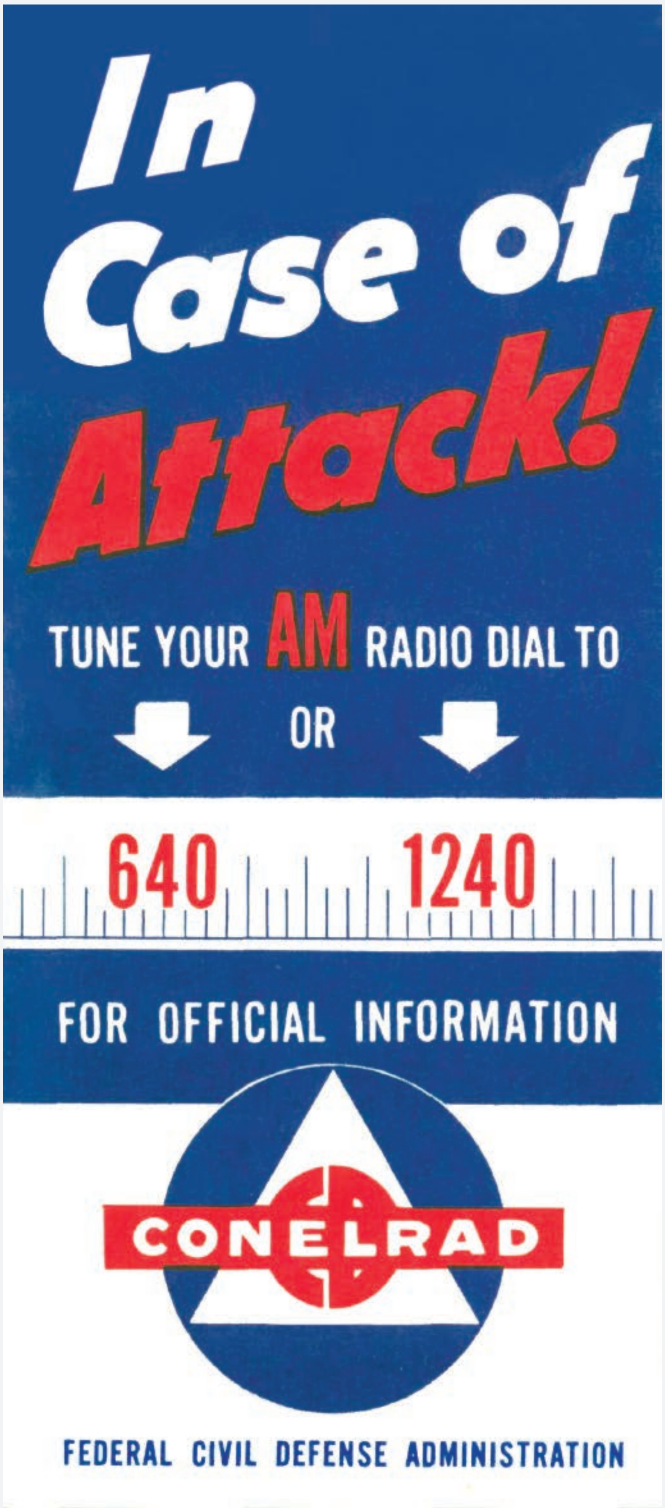
6 Da R. FIESCHI, *Dalla pietra…*, cit., p. 128.





di modestissimo ingombro ma di enorme potenza; e ancora più numerose quelle per il mercato civile, quali radioline, gira dischi, televisori e registratore, oltre ad una gamma sterminata di ulteriori applicazioni. Nel giro di pochi anni ancora ai transistor subentrarono i circuiti integrati, dapprima composti di appena una decina di componenti, invenzione per la quale J. St. Clair Kilby, 1923-2005, ebbe il premio Nobel per la fisica nel 2000, ed oggi anche centinaia di milioni di componenti elettronici elementari, completeranno il trionfo dell'elettronica allo stato solido.

Circa le radio a transistor tascabili va aperta una breve parentesi, per il ruolo strategico che alle stesse fu assegnato negli Stati Uniti. In: "una giovane industria dell'Indianapolis, la I.D.E.A. (*Industrial Development Engineering Associates*)… [il suo presidente] fu entusiasta dell'idea di iniziare la produzione di un ricevitore tascabile a transistor, partendo dal presupposto che con l'avvento della guerra fredda con l'Unione Sovietica, in previsione di un attacco nucleare la radio a transistor avrebbe potuto rappresentare un elemento essenziale per la sopravvivenza. Fu l'ingegnere capo della Regency, Dick Koch, a sviluppare l'idea che mancava alla TI (*Texas Instrument*) per rendere commerciabili i suoi apparecchi a transistor… che quindi potevano essere montati e saldati direttamente sulla piastrina a circuito stampato senza alcun altro intervento umano. Inoltre il numero dei transistor scendeva da sei a quattro, con un conseguente ulteriore calo di costo alla produzione. Una terza azienda… specializzata in *design* industriale, [progettò] il contenitore in materiale plastico colorato, da realizzarsi per semplice stampaggio a caldo, senza alcuna



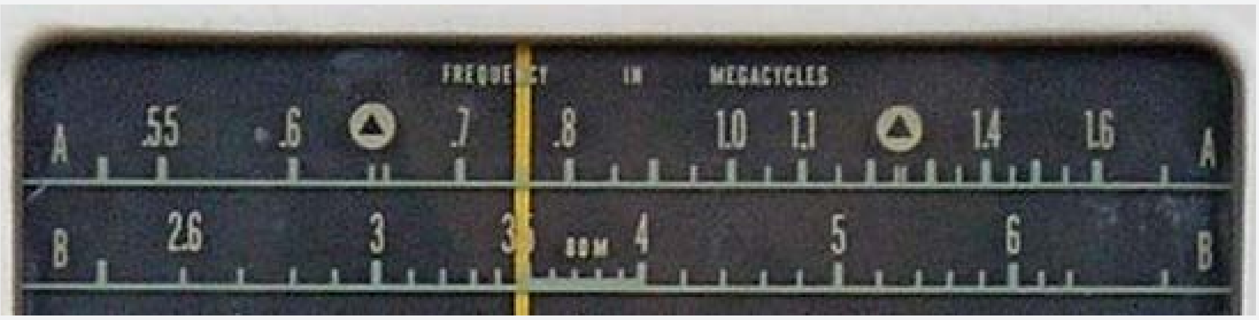
successiva lavorazione meccanica (fresatura, lucidatura o altro)."[7] La logica strategica partiva dal presupposto che un attacco missilistico sovietico avrebbe inevitabilmente distrutto le grandi stazioni radio commerciali, che si sarebbero comportate come altrettanti radiofari. S'imponeva perciò l'immediato loro spegnimento al primo allarme, e: "al loro posto sarebbero intervenute le stazioni CONELRAD per tenere aggiornato il pubblico sulle misure d'emergenza. Come parte del sistema fu reso obbligatorio per tutti gli apparecchi radio venduti dopo il 1953 un preciso contrassegno per ciascuna delle due frequenze strategiche, in modo da facilitarne la ricerca. Questi contrassegni, sotto forma di due piccoli triangoli sulla scala numerica, presero il nome di «CD marks», dove CD sta per *Civil Defense*. Quest'obbligo cessò quando il sistema CONELRAD fu abbandonato, nel 1963, in favore di sistemi a più alto contenuto tecnologico."[8]

7 La citazione è tratta da *Storia della Radio, La Radio a Transistor*, rubrica *Le radio di Sophie* pubblicazione online curata da L. Mureddu e S. Atzeri.

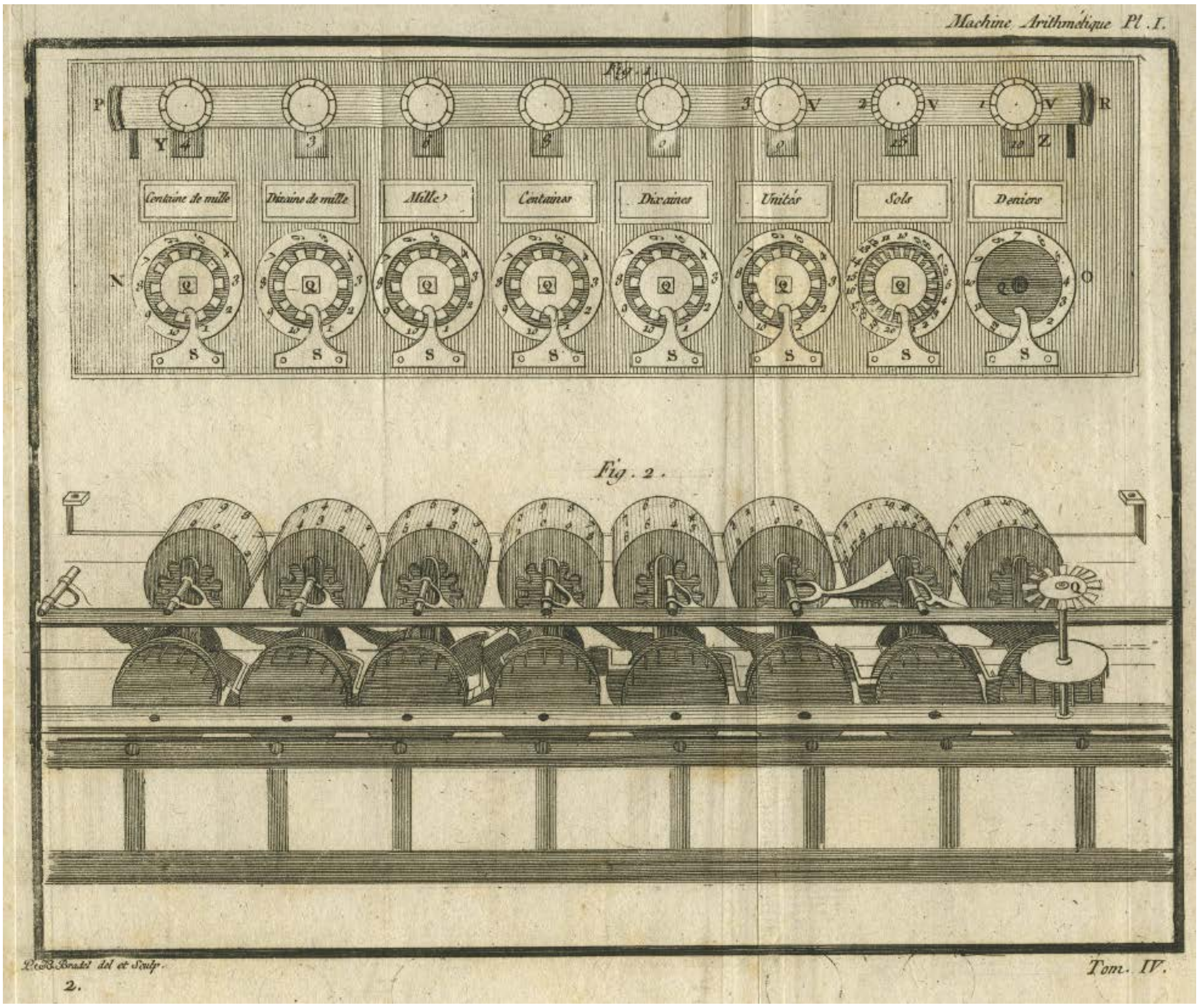
8 Da L. MUREDDU, *Radio a Transistor. Classificazione, Tecnica, Restauro dei Ricevitori d'Epoca a Transistor con esperimenti*, 2007.

Nella pagina a fianco: *in alto, J. St. Clair Kilby, premio Nobel nel 2000 per l'invenzione dei circuiti integrati; in basso, dei circuiti integrati onnipresenti in ogni apparecchio elettronico.*

In questa pagina: *a fianco, brochure informativa sul sistema di radiotrasmissione CONELRAD, operativo in caso di attacco aereo; sotto, i contrassegni imposti per legge su tutte le radio in vendita negli Stati Uniti fino al 1963.*



Esto probati Instrumenti Symbolum
fiot
Blasius Pascal. aruernus
Inuentor
20 may 1652


Machine Arithmétique Pl. I.
Fig. 1.
Centaine de mille
Dixaine de mille
Mille
Centaines
Dixaines
Unités
Sols
Deniers
Fig. 2.
Le B. Bradel del et Sculp.
2.
Tom. IV.

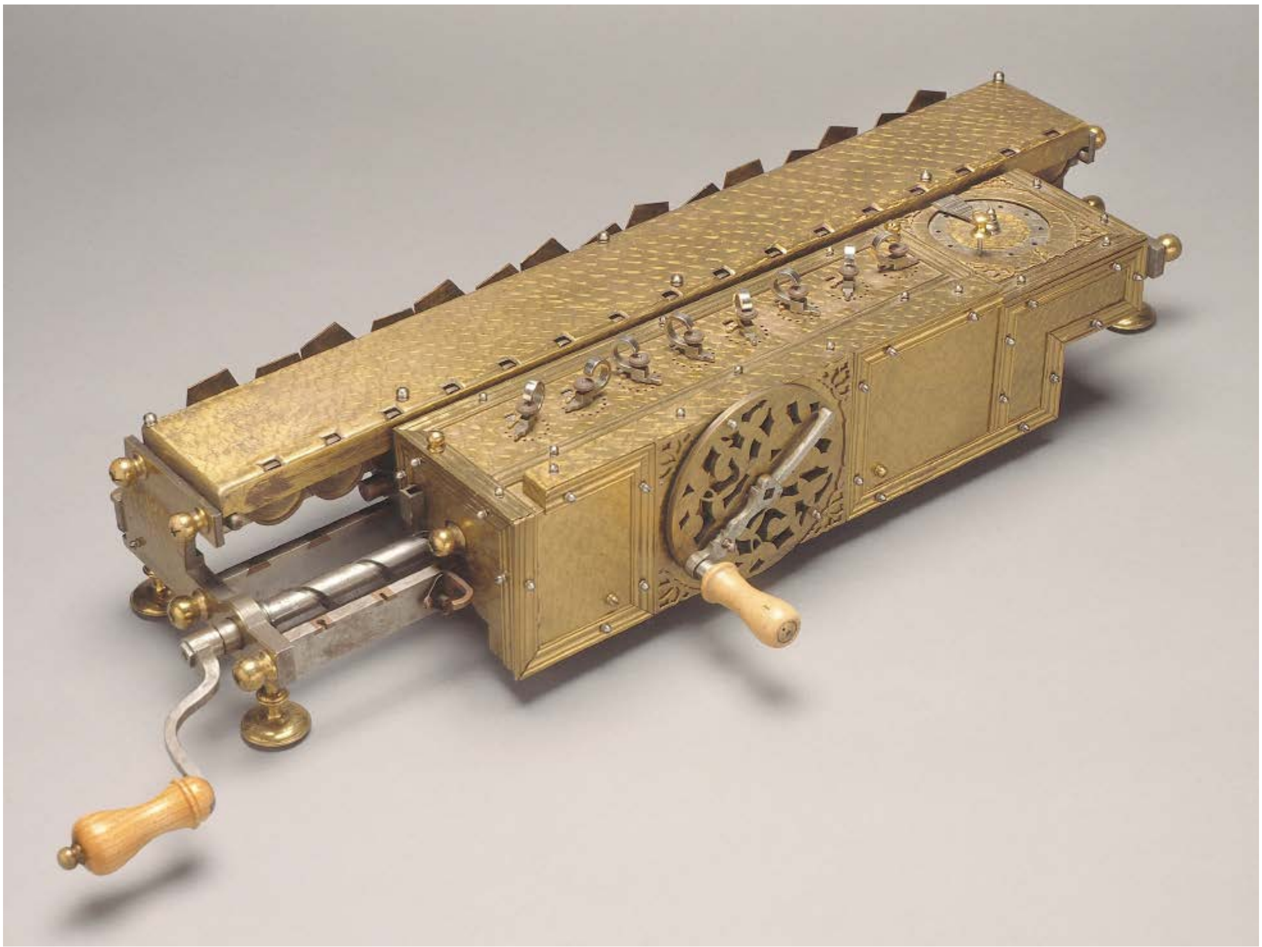
Parte Terza

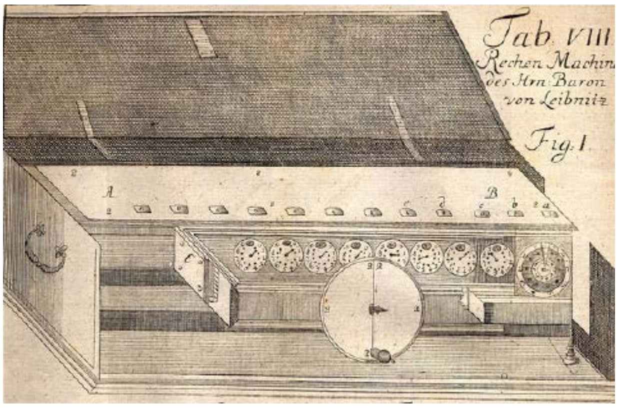
La rivoluzione informatica

Il maggior evento culturale avvenuto nella storia dell'evoluzione umana, dopo l'invenzione della scrittura, è stato senza dubbio l'esordio del calcolatore elettronico, più noto come *computer*, termine inglese derivato però dal latino *computare*, fare il conto, il cui etimo originale è *cum* (insieme) e *putare* (valutare), quindi confrontare, per cui anticamente *computer* designava la persona incarica di eseguire i calcoli. Tenendo presente la stretta affinità almeno ai livelli più bassi, tra calcolare e contare, non del tutto errato ravvisare nei primi contatori, quali il contamiglia di Erone[9], il progenitore delle antesignane macchine calcolatrici e, più tardi, proprio dei calcolatori elettronici, non di rado definiti pure, e forse con maggiore aderenza alle loro prestazioni, elaboratori elettronici. Il criterio informatore della macchina di Erone era di tipo 'analogico', funzionante cioè in maniera analoga alla grandezza che misurava, facendo corrispondere ai denti di alcuni ingranaggi altrettanti numeri, sommandoli fra loro per rotazione degli stessi.[10] Criterio sostanzialmente simile anche nella calcolatrice del 1642 di Blaise Pascal, 1623-1662, preceduta nel 1623 dalla macchina di Wilhelm Schickard, 1592-1635, in grado di sommare e sottrarre numeri fino a sei cifre, oltre ad eseguire moltiplicazioni e divisioni, ovviamente trasformandole in addizioni e sottrazioni. Per avere però una macchina realmente in grado di effettuare le quattro operazioni, bisogna attendere quella del 1673 di Gottfried Wilhelm von Leibniz, 1646-1716, al quale è dovuta se non l'invenzione la corretta pro-

9 Per approfondimenti cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica,* Roma 2009, *Età Classica*, vol. I, pp. 95-96.
10 Cfr. M. HUSSEY, J. SPARKES, P. ZORKOCZY-K. ATTENBOROGH, *The man-made world- Technology Foundation Course,* in *L'elaborazione Elettronica, principi del calcolo automatico,* Trento 1979, pp. 11-12.

Nella pagina a fianco: *la Pascalina, la macchina per calcolare inventata da Blaise Pascal nel 1642.*
In alto e sopra: *Wilhelm Schickard e la sua calcolatrice, 1623.*





posizione della scrittura algebrica che sta alla base dei moderni elaboratori.[11]

Ma anche le macchine appena menzionate erano sempre di tipo analogico e per di più meccanico, ragion per cui non potevano evolversi oltre le limitatissime iniziali prestazioni per ragioni di ingombro, di lentezza operativa e per contro di ingentissima esigenza energetica, pur confermandosi di indubbia validità, tant'è che il contamiglia di Erone è presente nel cruscotto di tutte le nostre autovetture come contachilometri. Affinché fosse possibile un salto tecnologico per i calcolatori, occorreva innanzitutto trovare un sistema operativo completamente diverso dall'analogico, e lo si ravvisò nel digitale, altra parola inglese *digit* (cifra) numero da intendersi però limitato soltanto a 1e 0, derivato a sua volta dal latino *digitus* (dito), che originariamente indicava i primi numeri. Ambito che al di là della definizione apparentemente attualissima vanta in realtà un antichissimo esordio, e la cui teorizzazione trova in Aristotele[12] il suo massimo divulgatore, con il principio del 'terzo escluso'. Principio che i romani nella loro laconica logica legale ridussero alla celebre locuzione *tertium non datur*, ovvero che un qualunque enunciato possa essere o vero o falso, ma non entrambi senza eccezioni, attingendola alla sua applicazione pratica di gran lunga più antica. Il dualismo, infatti, su cui insiste questa logica, nota anche come estensionale, è diffuso in numerose circostanze e impieghi, costituendo in ultima analisi la logica umana

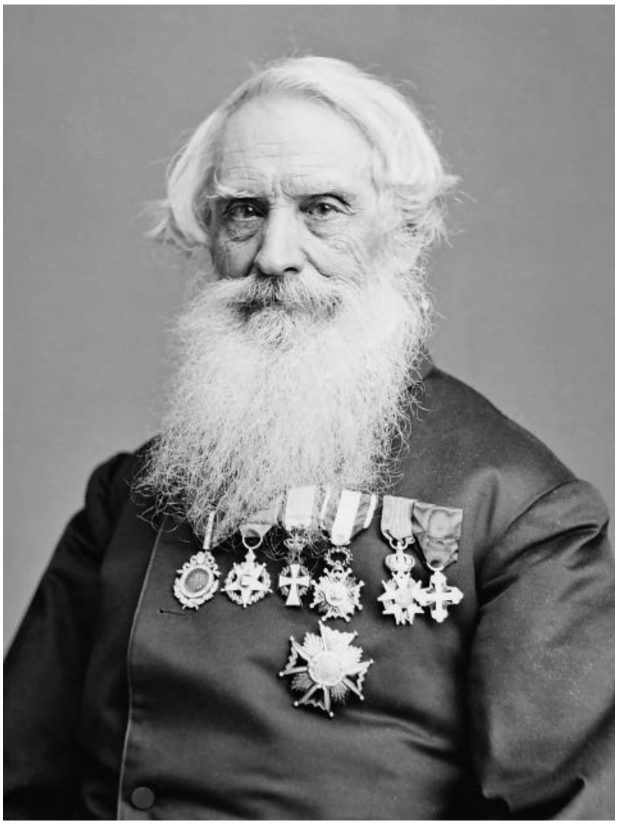
11 Per approfondimenti sulla biografia di Leibniz cfr. E. J. AITON, *Leibniz,* Milano 1991.

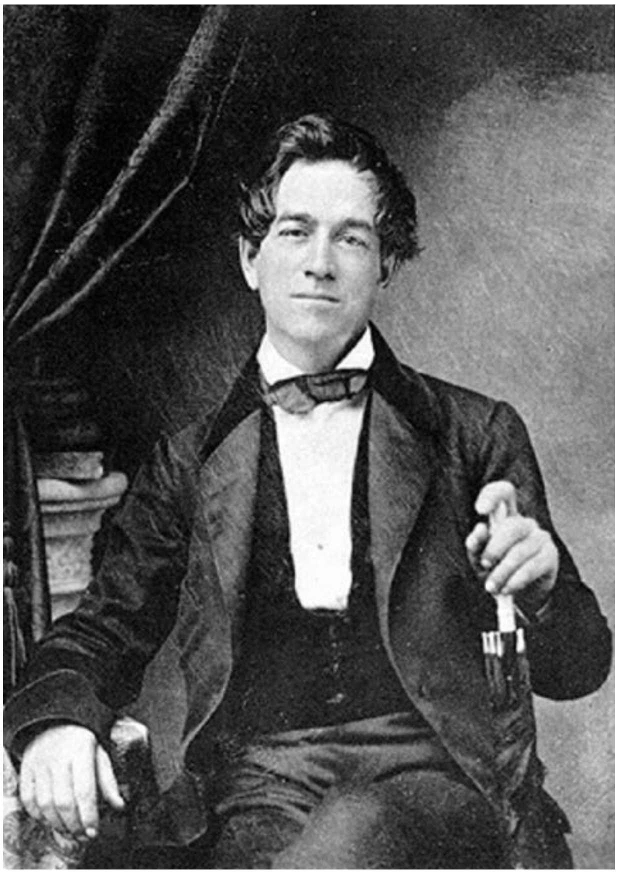
12 Per approfondimenti sulla logica e sulla metafisica di Aristotele cfr. W. JAEGER, *Aristotelis Metaphysica,* Oxford 1957.

nella sua più radicale formulazione e, soprattutto, quella aritmetica che probabilmente precedette persino la scrittura.

Una torcia fiammeggiante nella notte poteva essere mostrata all'aperto oppure celata dietro una schermatura, dando così luogo a un susseguirsi di luce e di eclissi; analogamente una colonna di fumo poteva essere segmentata, con l'interposizione di un adeguato diaframma; simile, inoltre, anche in ambito acustico la logica dei segnali tramite l'avvicendarsi di un poderoso rumore e di un assoluto silenzio, due stati facilmente distinguibili fra loro. In ultima analisi si può concludere che l'informazione binaria, quale che sia, avviene sempre in un ambito nel quale i suoi segnali occupano le estremità. Per restare ai segnali elementari è agevole osservare che alla presenza-assenza di segnale, ottico o acustico che fosse, si associò un'implicita valenza di vero-falso: il comparire dell'anzidetta torcia poteva indicare una presenza ostile, indicazione vera, presenza che era smentita, indicazione falsa, dalla sua assenza, attribuendo così al segnale nullo una conferma di sicurezza. Identico criterio per i suoni: un colpo di cannone costituiva l'allarme, segnale vero, percepibile da chiunque e dovunque nel cuore della notte, indicazione falsa il contrario, il silenzio che anche in questo caso indicò la piena tranquillità. Sistemi di codificazione del genere col tempo divennero via via più complessi, tentando di affidare agli stessi non più la comunicazione della semplice antinomia vero-falso, ma di un'intera frase, formando in tal modo dei sistemi misti nei quali il segnale restava binario, ma ripetendosi secondo schemi convenzionali diveniva, al contempo, pure analogico. Restando ancora all'esempio precedente nella difesa costiera anticorsara, operativa ininterrottamente tra il XVI e il XIX secolo, un fuoco acceso su di una torre indicava l'avvicinarsi di una nave corsara, due affiancati indicavano due navi, tre affiancati tre navi, ecc. fermo restando che la totale oscurità era il segnale di 'sicuranza'.[13]

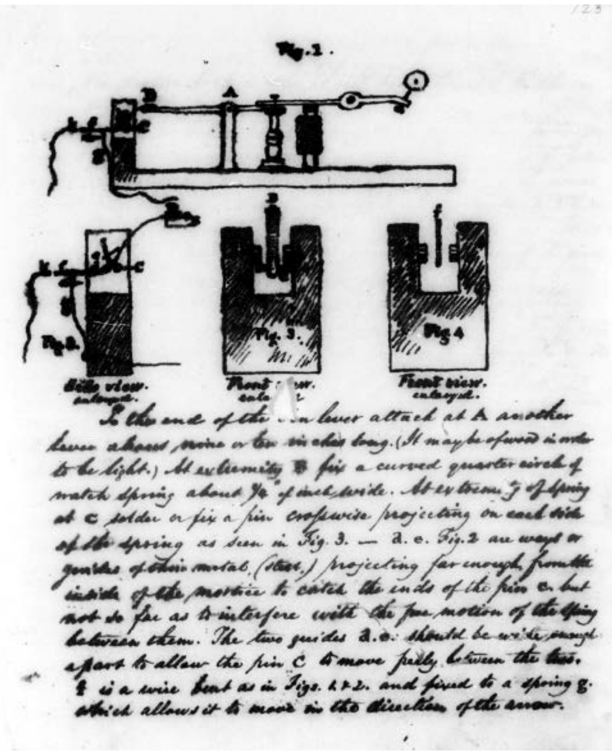
L'esempio più famoso di codice binario del genere fu dato dall'alfabeto telegrafico inventato da Samuel Morse, 1791-1872, ma più probabilmente dal suo collaboratore Alfred Vail, 1807-1859, sul finire del 1837, nel quale i due livelli del segnale non furono di tipo quantitativo ma cronologico, ovvero non dipendevano da una variazione di tensione sui conduttori, per l'epoca troppo complicata da ottenere e





Nella pagina a fianco: *il calcolatore di Leibniz.*
In alto: *ritratto fotografico di Samuel Morse.*
Sopra: *Alfred Vail in un dagherrotipo del 1853.*

13 Sull'argomento cfr. F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994, vol. II, pp. 330-32.

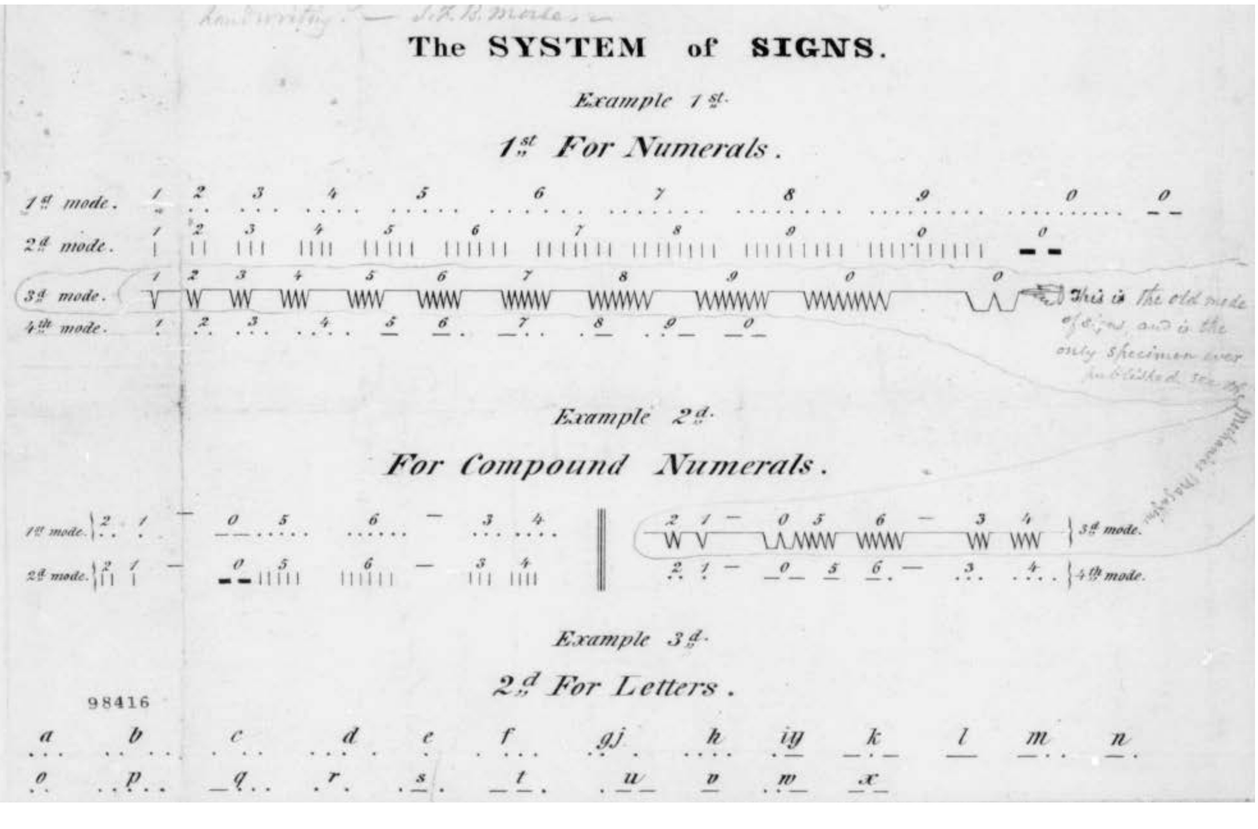


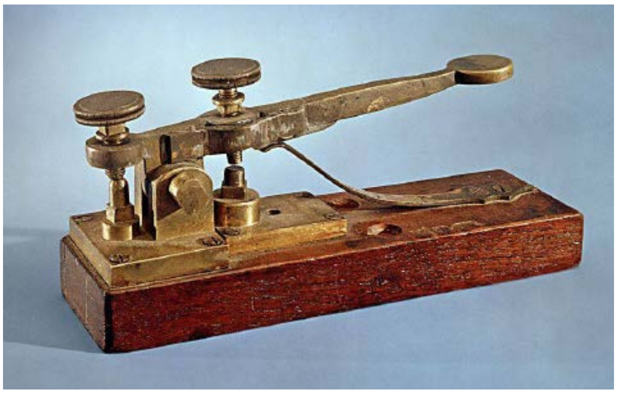
Sopra: *una lettera del 1854 con schizzi dell'interruttore per la trasmittente del telegrafo Morse.*
Sotto: *scheda con la conversione di numeri e lettere in impulsi elettrici, nasce il codice Morse.*
Nella pagina a fianco: sopra, *il primo messaggio inviato con telegrafo Morse, 24 maggio 1844; al centro, George Boole in una stampa della metà del XIX sec.; in basso, ritratto di Gottfried Wilhelm von Leibniz.*

difficile da distinguere, o dal volume del suono di raggio troppo breve, ma dalla diversa durata dell'impulso della corrente: lungo- linea, corto- punto. La novità consistette nell'associare a ogni singola lettera dell'alfabeto un gruppo di punti e di linee, per cui per la prima volta, tra il 1835 ed il 1837 si ottenne con il codice Morse, un antesignano sistema di trasmissione digitale, pienamente oggettivo e in grado di comunicare intere frasi indipendentemente dalla loro lunghezza e complessità. Va osservato che quel codice, anche in ciò precursore, pur utilizzando due soli segnali, si avvaleva di tre distinte convenzioni, che oggi definiremmo operatori, sempre di tipo cronologico: un intervallo breve tra le singole lettere alfabetiche, un intervallo medio fra le singole parole ed un intervallo lungo fra le singole frasi, rispettivamente due e tre volte il più breve a sua volta pari al punto. Ovviamente i suddetti intervalli contribuivano sensibilmente a incrementare i tempi di trasmissione, di per sé già lenti e poveri d'informazione rispetto agli attuali.[14]

Forse ispirandosi al codice Morse che aveva rivoluzionato la divulgazione delle notizie, eliminando gli immensi ritardi nella loro comunicazione, nel 1847 venne descritta dal matematico britannico George Boole, 1815-1864, un'algebra basata su due

14 Cfr. J. SINGH, *Teoria dell'informazione. Linguaggio e cibernetica*, Verona 1969, p. 36.





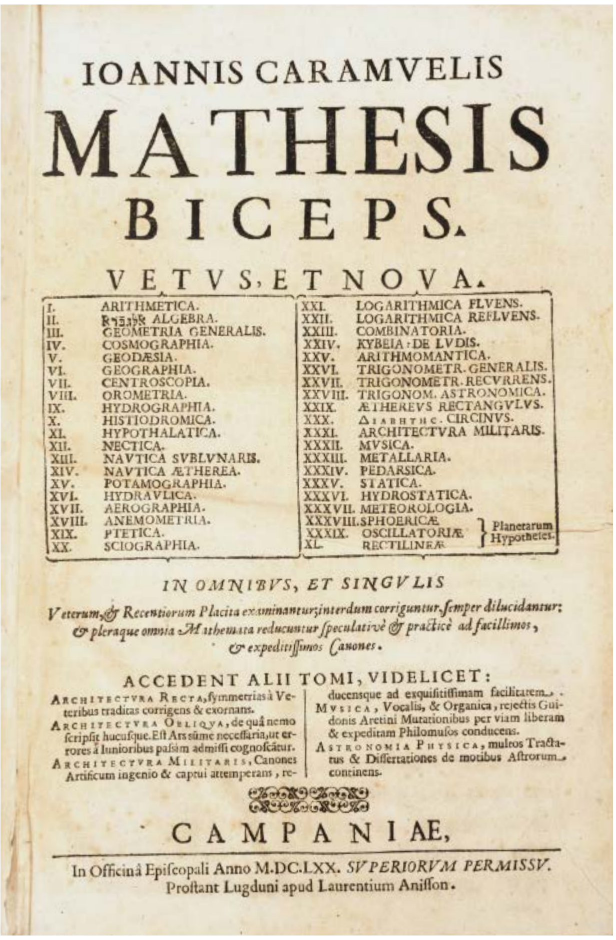
soli numeri, 0 e 1, che da lui prese il nome. In realtà quella modalità di scrittura numerica e il relativo calcolo, come accennato, va ascritta a Leibniz che in data 15 marzo 1679 pubblicò in inglese una dettagliata relazione in merito dal titolo *Explanation of Binary Arithmetic*, edita di nuovo in francese dall'*Académie royale des sciences, année* 1703 col titolo *Explication de l'Arithmetique Binaire*, ovvero nella sua ulteriore traduzione in italiano '*Spiegazione dell'Aritmetica Binaria*'. Va osservato che la numerazione binaria, oltre a lasciarci più o meno evidenti menzioni in antiche fonti cinesi, conobbe nel 1670 una dettaglia esposizione in una pubblicazione di Juan Caramuel de Lobkowits, 1606-1682, dal titolo *Mathesis biceps*, senza però alcuna indicazione per il relativo calcolo.

Al pari del paracadute, inventato molti secoli prima che lo si potesse concretamente utilizzare per lanci da macchine volanti, delle quali diverrà ben presto un accessorio basilare, anche l'algebra binaria precede di oltre due secoli le sue concrete applicazioni, divenendo poi nel giro di pochi anni l'elemento imprescindibile dei calcolatori elettronici. Al di là della sua invenzione, il calcolo con l'algebra binaria resta opera del solo Leibniz che così ne scriveva, sempre nella traduzione italiana della sua pubblicazione: "I calcoli ordinari di aritmetica, si fanno seguendo la progressione di dieci in dieci. Ci si serve di dieci caratteri, che sono 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, che significano zero, uno ed i numeri seguenti fino a nove incluso. Quindi arrivati a dieci, si ricomincia e si scrive *dieci* per 10, e dieci volte dieci, o *cento*, per 100, e dieci volte cento, o *mille* per 1000, e dieci volte mille per 10000. E così via. Ma al posto della progressione di dieci in dieci, io ho adottato da molti anni la progressione più semplice fra tutte, che va di due in due; avendo scoperto che lei serve alla perfezione della scienza dei Numeri. Pertanto io

non utilizzo che due caratteri 0 e 1, e giunto a due ricomincio. Ciò perché *due* si scrive 10, e due volte due, ovvero *quattro*, si scrive 100, e due volte otto, ovvero *sedici*, si scrive 100000, e così via. Si vede così a colpo d'occhio la ragione d'una *proprietà celebre della progressione geometrica doppia* in Numeri interi, per la quale se si hanno questi numeri di ogni grado, si possono comporre tutti gli altri numeri più alti di grado. Per esempio, è come se si dicesse, che 111 o 7 è la somma di quattro, di due e di uno…"[15] In pratica ogni numero può essere ottenuto sommando le potenze di 2, per cui, ad esempio, il numero 21 è dato da $1x2^4+0x2^3+1x2^2+0x2^1+1x2^0 = 16+0+4+0+1= 21$, ovvero 10101 che ovviamente non si legge diecimila centouno, ma 1-0 -1 -0 -1.

Pur avendo correttamente individuato i vantaggi dell'algebra binaria Leibniz non mancò di eviden-

15 Traduzione dell'A. di G. W. LEIBNIZ, *Explication de l'Arithmetique Binaire*, Paris 1703.


IOANNIS CARAMVELIS
MATHESIS
BICEPS.
VETVS, ET NOVA.

I.	ARITHMETICA.	XXI.	LOGARITHMICA FLVENS.
II.	אלגברא ALGEBRA.	XXII.	LOGARITHMICA REFLVENS.
III.	GEOMETRIA GENERALIS.	XXIII.	COMBINATORIA.
IV.	COSMOGRAPHIA.	XXIV.	KYBEIA: DE LVDIS.
V.	GEODÆSIA.	XXV.	ARITHMOMANTICA.
VI.	GEOGRAPHIA.	XXVI.	TRIGONOMETR. GENERALIS.
VII.	CENTROSCOPIA.	XXVII.	TRIGONOMETR. RECVRRENS.
VIII.	OROMETRIA.	XXVIII.	TRIGONOM. ASTRONOMICA.
IX.	HYDROGRAPHIA.	XXIX.	ÆTHEREVS RECTANGVLVS.
X.	HISTIODROMICA.	XXX.	Διαβητης. CIRCINVS.
XI.	HYPOTHALATICA.	XXXI.	ARCHITECTVRA MILITARIS.
XII.	NECTICA.	XXXII.	MVSICA.
XIII.	NAVTICA SVBLVNARIS.	XXXIII.	METALLARIA.
XIV.	NAVTICA ÆTHEREA.	XXXIV.	PEDARSICA.
XV.	POTAMOGRAPHIA.	XXXV.	STATICA.
XVI.	HYDRAVLICA.	XXXVI.	HYDROSTATICA.
XVII.	AEROGRAPHIA.	XXXVII.	METEOROLOGIA.
XVIII.	ANEMOMETRIA.	XXXVIII.	SPHOERICÆ } Planetarum Hypotheses.
XIX.	PTETICA.	XXXIX.	OSCILLATORIÆ
XX.	SCIOGRAPHIA.	XL.	RECTILINEÆ

IN OMNIBVS, ET SINGVLIS
Veterum, & Recentiorum Placita examinantur; interdum corriguntur, semper dilucidantur; & pleraque omnia Mathemata reducuntur speculativè & practicè ad facillimos, & expeditissimos Canones.

ACCEDENT ALII TOMI, VIDELICET:
ARCHITECTVRA RECTA, symmetrias à Veteribus traditas corrigens & exornans.
ARCHITECTVRA OBLIQVA, de quâ nemo scripsit hucusque. Est Ars summe necessaria, ut errores à Iunioribus passim admissi cognoscantur.
ARCHITECTVRA MILITARIS, Canones Artificum ingenio & captui attemperans, reducensque ad exquisitissimam facilitatem.
MVSICA, Vocalis, & Organica, rejectis Guidonis Aretini Mutationibus per viam liberam & expeditam Philomusos conducens.
ASTRONOMIA PHYSICA, multos Tractatus & Dissertationes de motibus Astrorum continens.

CAMPANIAE,
In Officinâ Episcopali Anno M.DC.LXX. SVPERIORVM PERMISSV.
Prostant Lugduni apud Laurentium Anisson.

Numeri naturales.	Logarithmi Vlacquii.	Logarith. Neperi, & Kepleri.	Logar. Caramuelis.
1	0.	2302,585.20.	10.
10	1.	2072,326.68.	9.
100	2.	1842,068.16.	8.
1,000	3.	1611,809.64.	7.
10,000	4.	1381,551.12.	6.
100,000	5.	1151,292.60.	5.
1;000,000	6.	921,034.08.	4.
10;000,000	7.	690,775.56.	3.
100;000,000	8.	460,517.04.	2.
1,000;000,000	9.	230,258.52.	1.
10,000;000,000	10.	000,000.00.	0.

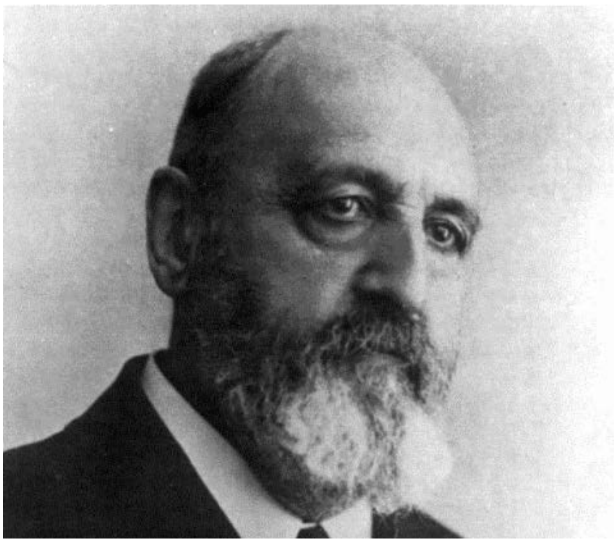
Character	Binary Code	Character	Binary Code	Character	Binary Code
A	01000001	a	01100001	!	00100001
B	01000010	b	01100010	"	00100010
C	01000011	c	01100011	#	00100011
D	01000100	d	01100100	$	00100100
E	01000101	e	01100101	%	00100101
F	01000110	f	01100110	&	00100110
G	01000111	g	01100111	'	00100111
H	01001000	h	01101000	(	00101000
I	01001001	i	01101001	)	00101001
J	01001010	j	01101010	*	00101010
K	01001011	k	01101011	+	00101011
L	01001100	l	01101100	,	00101100
M	01001101	m	01101101	-	00101101
N	01001110	n	01101110	.	00101110
O	01001111	o	01101111	/	00101111
P	01010000	p	01110000	0	00110000
Q	01010001	q	01110001	1	00110001
R	01010010	r	01110010	2	00110010
S	01010011	s	01110011	3	00110011
T	01010100	t	01110100	4	00110100
U	01010101	u	01110101	5	00110101
V	01010110	v	01110110	6	00110110
W	01010111	w	01110111	7	00110111
X	01011000	x	01111000	8	00111000
Y	01011001	y	01111001	9	00111001
Z	01011010	z	01111010	?	00111111
				@	01000000

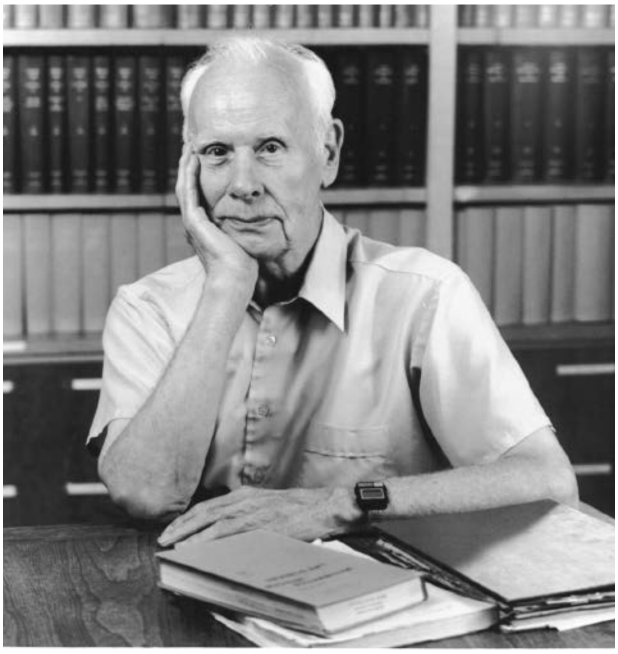
In alto: *Joannes Caramuel de Lobkowits e il frontespizio di una delle sue opere, la Mathesis Biceps del 1670, nella quale espose i principi generali della rappresentazione dei numeri usando una base diversa da 10.*
Al centro: *tavola comparativa tratta dalla Mathesis Biceps.*
A fianco: *tabella di conversione per l'attuale codice binario.*

ziarne le sue inconvenienze, per cui proseguiva: "Tuttavia io non raccomando affatto questa maniera di computare, introducendola al posto di quella tradizionale per dieci. Perché oltre che si è abituati a questa, non si ha bisogno di apprendere ciò che si è già appreso a memoria: così la pratica per dieci è più rapida, e i numeri sono meno lunghi. E se si fosse abituati ad andare per dodici o per sedici, si avrebbero vantaggi ancora maggiori. Ma il calcolo per due, ovvero per 0 e 1, trova ricompensa alla sua lunghezza, dimostrandosi fondamentale per la scienza, e dà delle nuove scoperte, che risulteranno utili in seguito, persino per l'aritmetica e soprattutto per la Geometria; la ragione è, che i numeri sono stati ridotti ai più semplici principi, come 0 e 1, mostrando dovunque un ordine meraviglioso."[16]

Quello che il grande matematico non espresse esplicitamente nella sua pubblicazione sull'algebra binaria era che nei due valori 1 e 0 già intravedeva gli attributi di vero e falso, per cui avvalendosi di tre operatori logici, la congiunzione AND, la disgiunzione OR e la negazione NOT sarebbe stato possibile trasformare le relazioni logiche in relazioni numeriche. E, come accennato, l'algebra binaria di Leibniz venne in un certo senso riscoperta quasi un secolo e mezzo più tardi da George Boole, che la descrisse nel suo libro *The Mathematical Analysis of Logic* in cui inizia a proporre la scrittura in forma algebrica binaria delle locuzioni di logica proposizionale, elaborazione che sarà da lui ulteriormente sviluppata nel 1854 in *An Investigation of the Laws of Thought*. Esistendo una logica binaria e una sua codificazione algebrica, in linea meramente teorica sarebbe stato possibile costruire una macchina in grado di effettuare calcoli ed elaborare informazioni, a patto di trovare un dispositivo operativamente meno lento e meno famelico di energia dei congegni meccanici, ed agli inizi del '900 l'elettrotecnica venne in aiuto. L'idea: "di applicare l'elettricità alle macchine da calcolo venne nel 1893 allo spagnolo Torres Quevedo, 1852-1936, che per primo propose di dare una soluzione elettromeccanica all'idea di Charles Babbage. La sua macchina non ebbe uso pratico. La versione elettromeccanica della macchina di Babbage doveva nascere agli inizi degli anni '40 per merito soprattutto di due americani: Horward H. Aiken, laureato in fisica ad Harvard, e George R. Stibitz,

16 Ibidem.





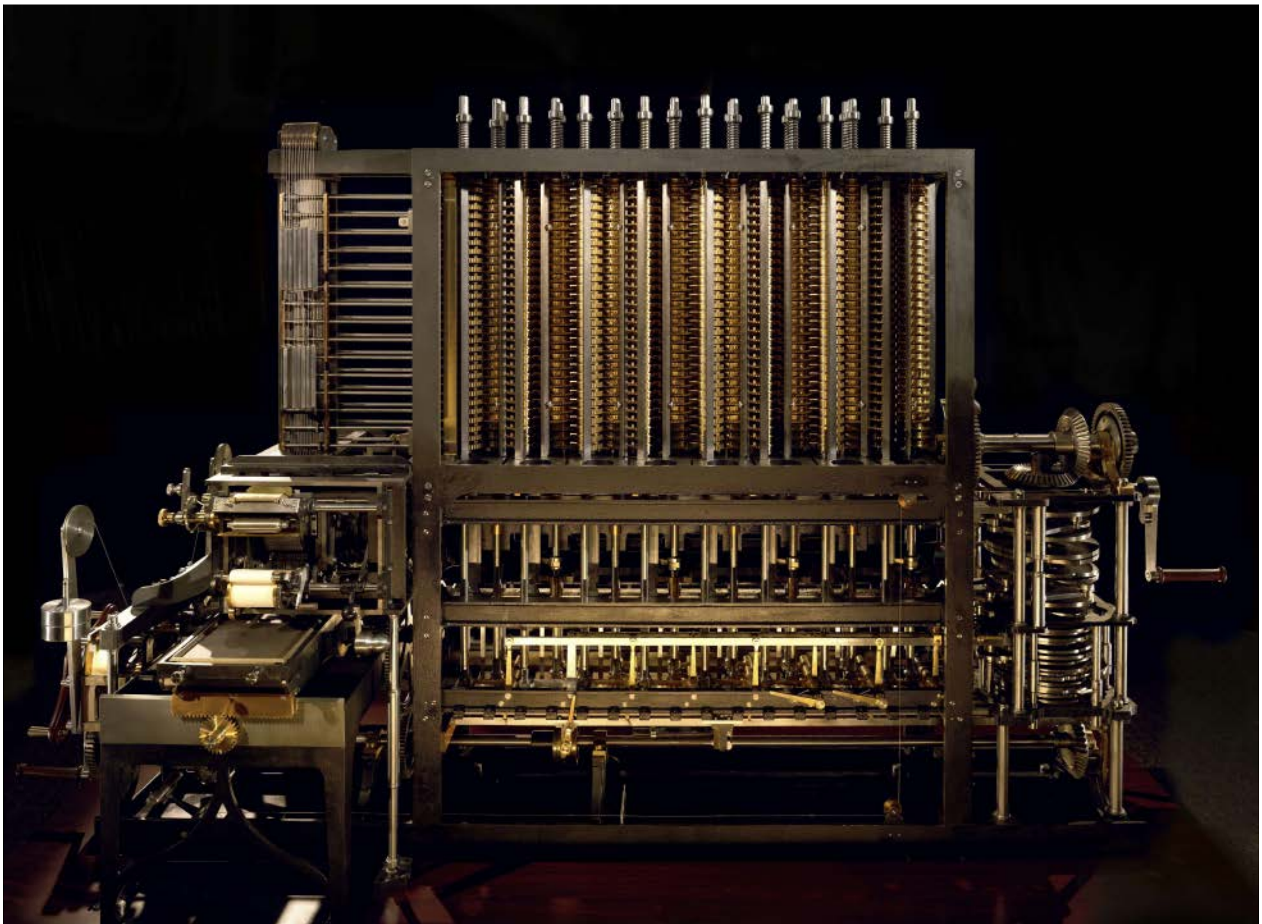
Dall'alto: *Leonardo Torres Quevedo, Horward H. Aiken e George R. Stibitz.*

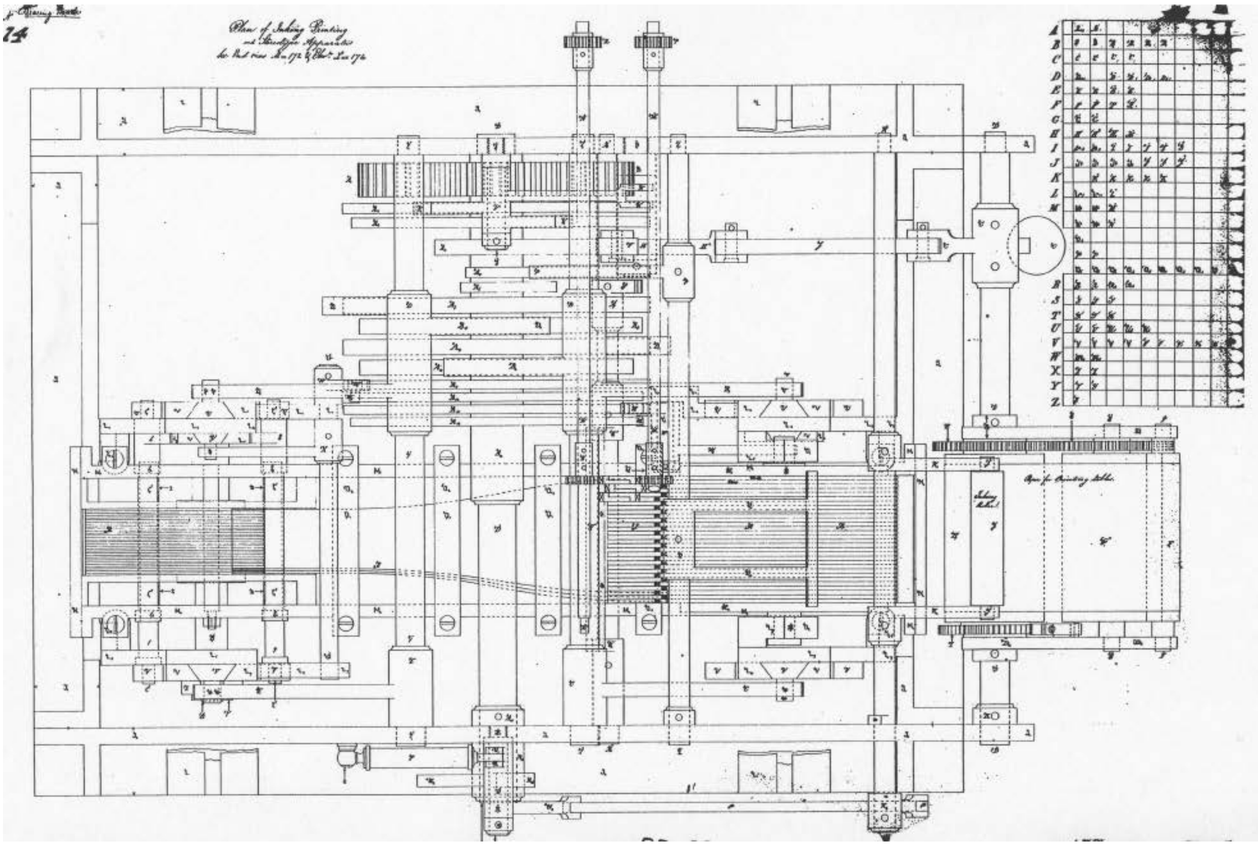
matematico della Bell Telephone… Un anno prima, nel 1936, il ventiseienne tedesco Konrad Zuse (nato nel 1910) incominciava a costruire nel salotto dei suoi genitori, con mezzi di fortuna, un calcolatore elettromeccanico."[17] Quanto al menzionato Charles Babbage, 1791-1871, fu l'inventore inglese al quali si devono due archetipali calcolatrici meccaniche la prima nel 1833 la macchina delle differenze *Difference Engine*, e successivamente la *Analytical Engine* a schede perforate, entrambe lasciate incompiute. La seconda, tuttavia, faticosamente completata dal suo collaboratore Pehr Georg Scheutz, 1785-1873, costituì il vero archetipo del moderno calcolatore, disponendo di una memoria con i dati del problema da risolvere e i risultati parziali, nonché di un congegno di calcolo destinato ad effettuare le varie operazione su tali quantità.[18]

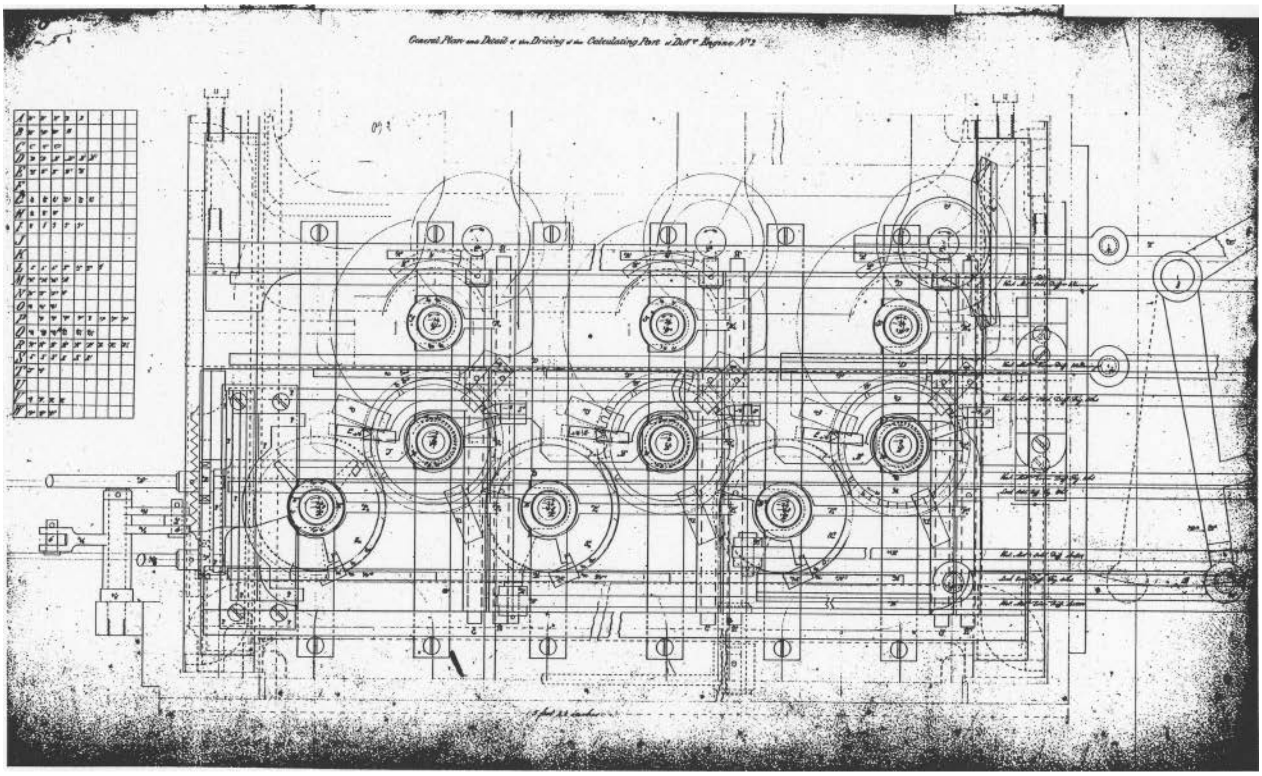
L'osservazione da cui partivano tutti i costruttori di calcolatori elettromeccanici era che i valori 1-0

Sopra: *Charles Babbage.*
Sotto e nella pagina a fianco: *modello e disegni di progetto della seconda macchina analitica, primo prototipo di un computer meccanico sviluppato per eseguire compiti generici. La macchina fu progettata da Charles Babbage che, però, non riuscì a vederla realizzata.*

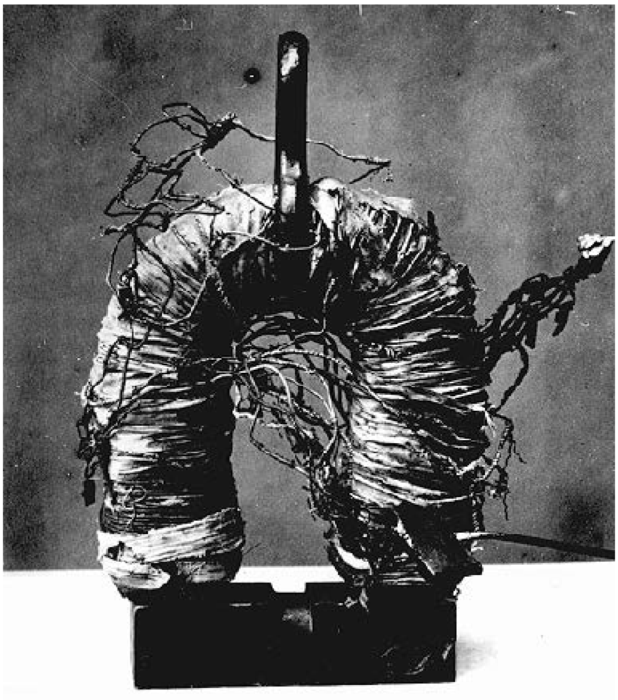
17 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica…*, cit., vol. IV, p. 669.
18 Per approfondimenti cfr. M. G. LOSANO, *Scheutz: La macchina alle Differenze. Un secolo di calcolo automatico*, Milano 1974, pp. 164.





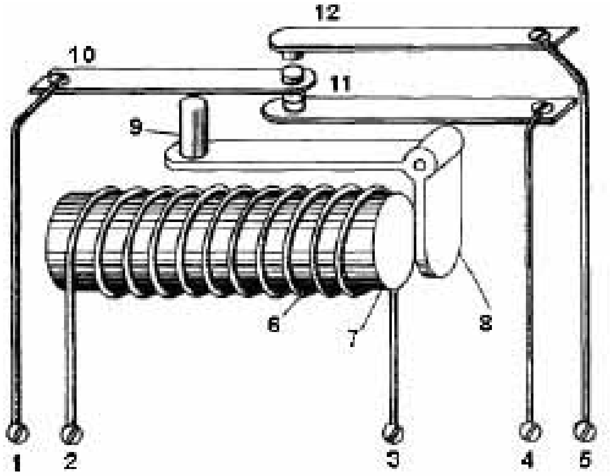


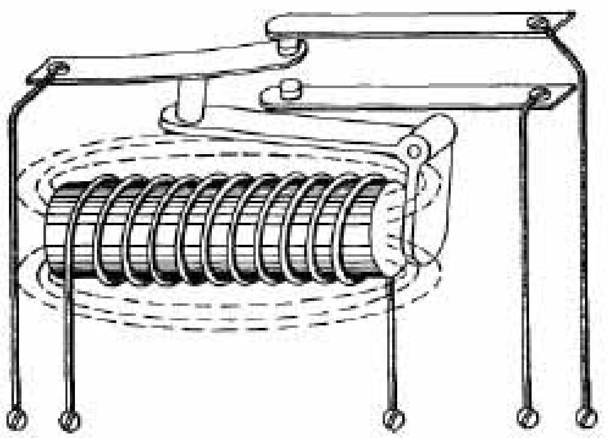
coincidevano facilmente con quelli assumibili da un comune interruttore, per il quale 1 corrisponde al passaggio di corrente, chiuso e luce accesa, 0 alla sua interruzione, aperto e luce spenta. Con 5 lampadine affiancate il numero 21 utilizzando l'algebra binaria si vedono accese solo la prima, la terza e la quinta, stabilendo così una percezione ottica dei numeri, la cui variabilità poteva ottenersi in maniera più efficace utilizzando dei relè, anche loro interruttori bistabili ma a comando elettrico. In pratica un relè non

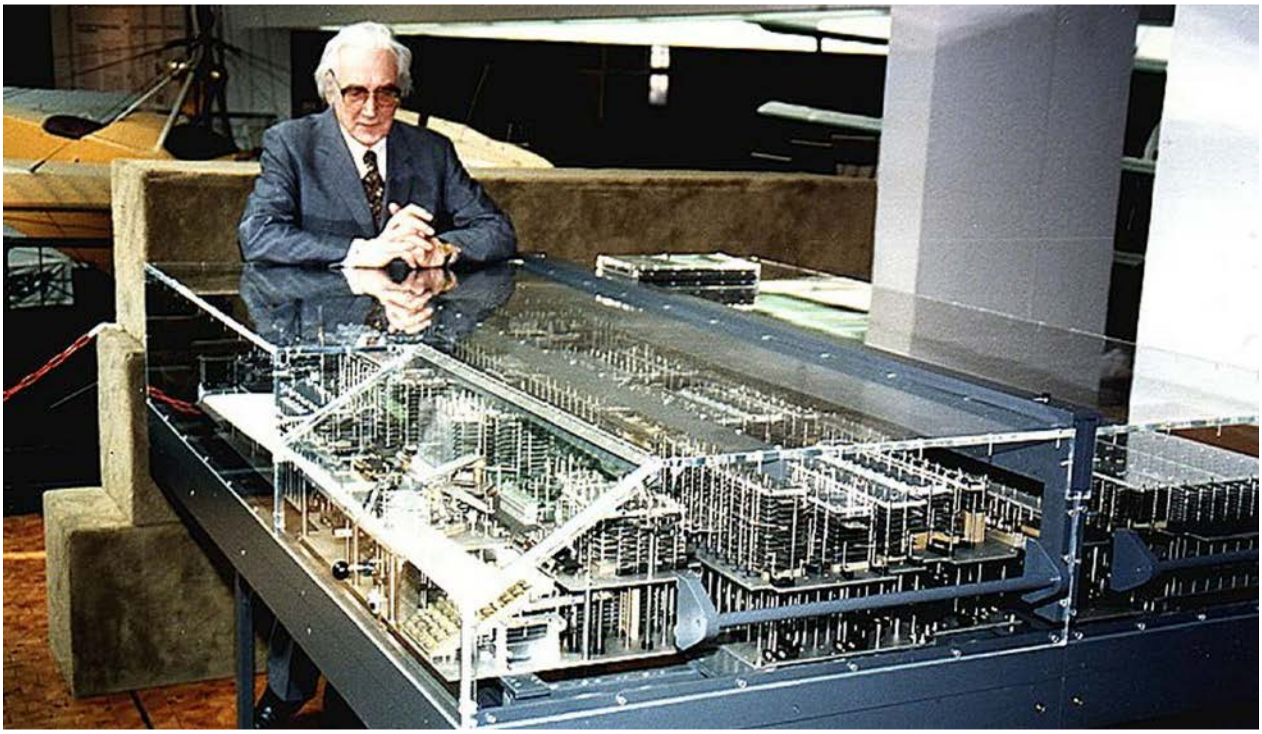


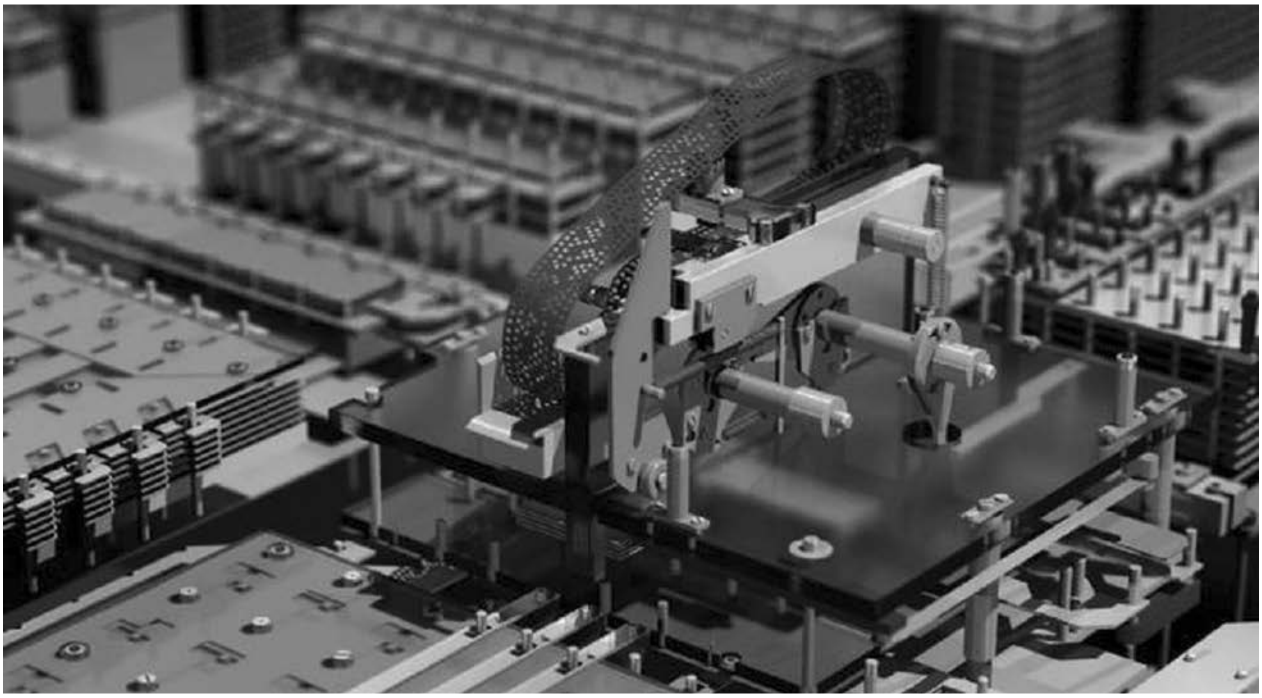
è: “altro che un interruttore a due posizioni che viene fatto funzionare da un segnale di comando. Un relè può essere posto in modo che in una posizione esso *chiuda* una serie di circuiti (cioè faccia sì che la corrente possa attraversarli) e ne *apra* (cioè ne interrompa) un’altra, mentre nell’altra posizione la prima serie di circuiti rimane aperta e la seconda chiusa. Combinando i relè è possibile fare tutte le normali funzioni logiche, e anzi lo si fa.”[19] E fu proprio utilizzando dei vecchi relè telefonici che Konrad Zuse costruì il suo computer che, pur essendo il primo elaboratore in grado di anticipare le caratteristiche dei più moderni, non vide la luce in una università americana ma nel soggiorno di una modesta famiglia berlinese. Nel 1936, infatti, il giovane tecnico avviò la costruzione di una macchina, sostanzialmente, ancora meccanica, capace di eseguire con discreta velocità i calcoli richiesti, fornendo pure una certa versatilità d’impiego. I genitori gli furono a fianco anche economicamente durante la costruzione del suo prototipo che battezzò Z1, che già anticipava la concezione dei moderni computer essendo programmabile, dotato di memoria e di un’autonomia di calcolo a virgola mobile funzionante con algebra binaria. Bassissima la sua velocità di commutazioni nell’unità di tempo, assicurata da un motore elettrico da 1kW, con punta massima di 1 Hertz, contro a titolo di raffronto dei quasi 4 miliardi delle attuali macchine. Comandi ed istruzione venivano introdotti tramite un nastro perforato di celluloide, non dissimile dalla pellicola fotografica da 35 mm, supporto utilizzato anche per le risposte fornite dal calcolatore. Quanto alle memorie che ne permettevano il funzionamento, consistevano in piastrine di lamiera in grado di scorrere una sull’altra tramite ap-

19 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica…*, cit., vol. IV, p. 673.





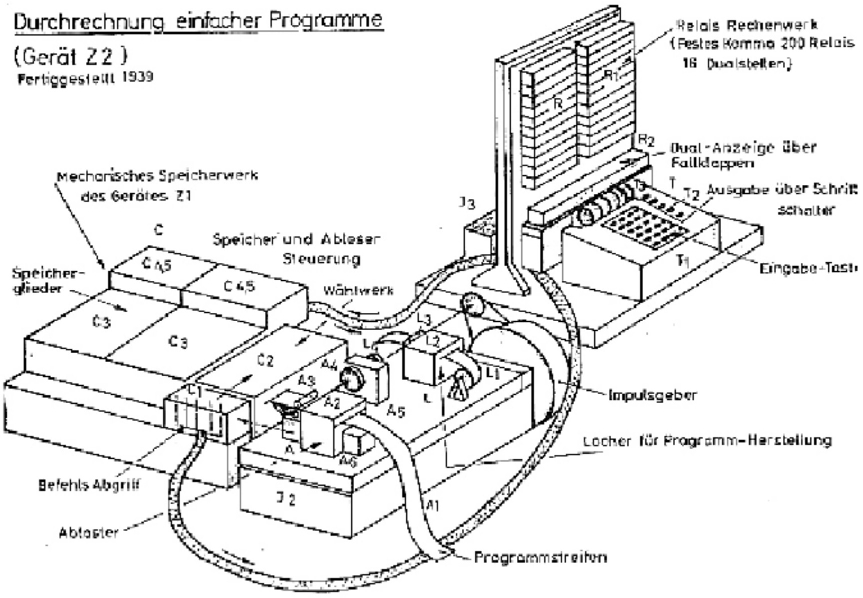


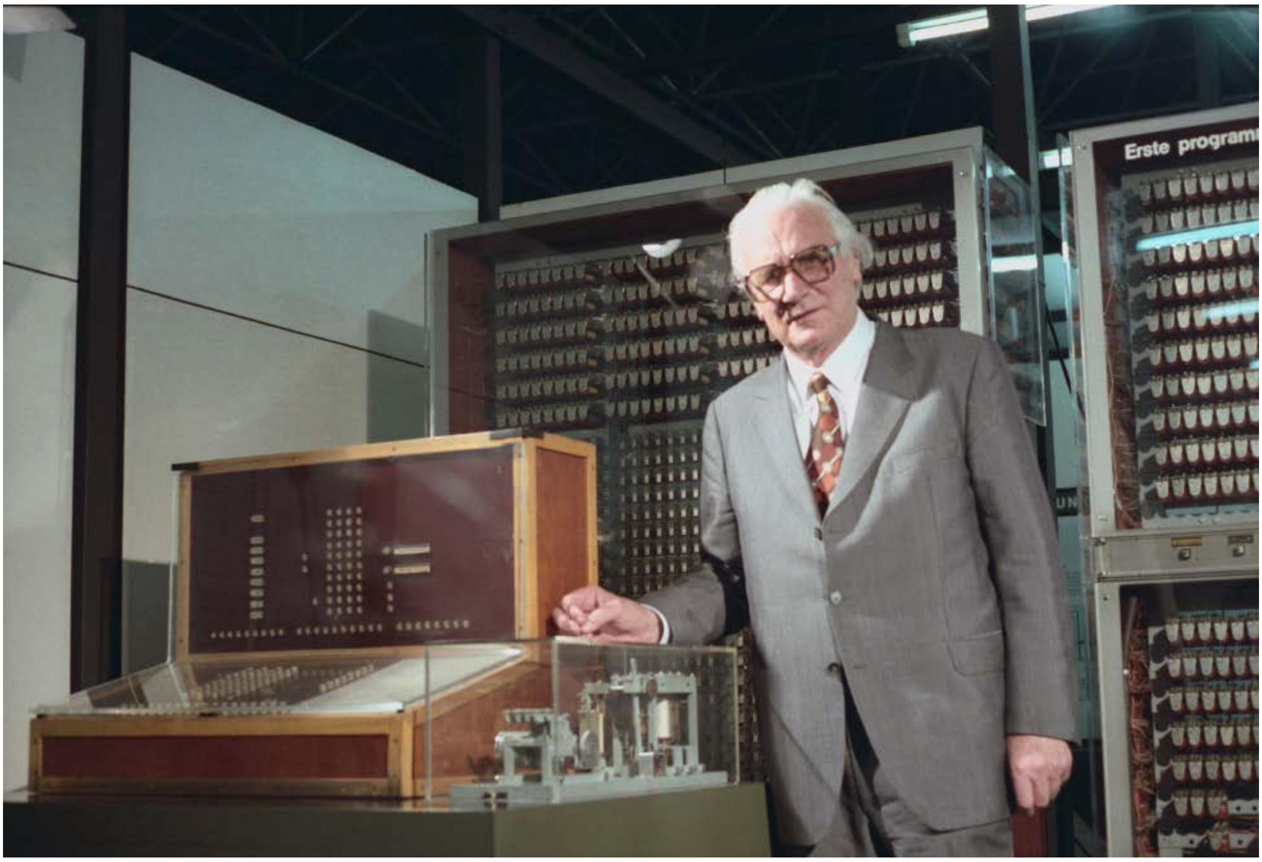


positi incastri, debitamente brevettate, e che per la loro rudimentale approssimazione rappresentavano la principale causa di malfunzionamento del calcolatore. Per valutarne i limiti basti ricordare che pesava circa una tonnellata, con una memoria di 176 byte supportata da 20.000 piastrine mosse da un motore elettrico da 1kW, occupando una superficie di diversi metri quadri.

Constatato l'inaffidabile funzionamento delle piastrine, Zuse le sostituì con circa 600 relè telefonici, nel suo modello più evoluto lo Z2, che divennero 2000 nel modello ulteriormente avanzato, lo Z3 del

Nella pagina a fianco: *in alto, Joseph Henry, fisico statunitense che, tra svariati studi ed invenzioni, nel 1837 brevettò il relè, allora impiegato nei primi telegrafi elettrici; al centro il relè progettato e realizzato da Henry; in basso dei relè di tipo elettromagnetico comunemente impiegati nei sistemi di telecomunicazione della prima metà del XX sec.*
In questa pagina: *Konrad Zuse ed il suo primo computer, lo Z1, in grado di acquisire dati da una pellicola forata, come si nota nella foto a centro pagina.*
Nella pagina seguente: *il progetto del modello Z2 e una foto di Zuse affianco ad un ricostruzione del modello Z3.*


Durchrechnung einfacher Programme
(Gerät Z2)
Fertiggestellt 1939
Relais Rechenwerk
(Festes Komma 200 Relais
16 Dualstellen)
Dual-Anzeige über
Fallklappen
Ausgabe über Schritt
schalter
Eingabe-Tast
Mechanisches Speicherwerk
des Gerätes Z1
Speicher und Ableser
Steuerung
Speicher-
glieder
Wählwerk
Impulsgeber
Locher für Programm-Herstellung
Befehls Abgriff
Abtaster
Programmstreifen


Erste program

1941, macchine tutte distrutte dai bombardamenti alleati, e solo di recente ricostruite per finalità museali. Sebbene gli elaboratori di Zuse, e in particolare lo Z3, funzionassero discretamente, a causa dei relè avevano tempi di calcolo eccessivamente lenti. Per l'azionamento di un relè, infatti: "ci vuole un tempo variabile da 1 a 10 millisecondi -un millisecondo è un millesimo di secondo- per farlo aprire e chiudere materialmente. Questo (lungo) tempo ha per causa l'inerzia meccanica delle parti, ed è nella natura delle cose macroscopiche che la maggior parte dei movimenti richiedano tempi dell'ordine del millisecondo o superiori. Nel caso della valvola termoionica o del transistor, tutti i moti sono a livello microscopico. Gli elementi che si muovono sono elettroni, che hanno masse di $9x10^{-28}$ grammi, mentre le masse che si muovono nel relè sono dell'ordine del grammo. In tal modo non v'è praticamente da superare alcuna inerzia, e la valvola può dirsi funzioni quasi istantaneamente per i nostri scopi."[20]

Mentre Konrad Zuse studiava come velocizzare i suoi calcolatori a relè, un gruppo di ricercatori dell'Università della Pennsylvania studiò a sua volta, per la medesima ragione, come sostituire i relè con le valvole termoioniche. Grazie, infatti, alla sostituzione il: "tempo richiesto per far funzionare le altre parti di un circuito, ad esempio per caricare le capacità, è determinato dai valori delle resistenze, delle capacità e delle induttanze. E si può tenere in dimensioni ridottissime… Pertanto la tecnica elettronica è almeno mille volte più rapida di quella elettromeccanica…"[21] Le profetiche affermazioni di Leibniz sui possibili vantaggiosi impieghi futuri dell'algebra binaria e le ulteriori precisazioni di Boole sul finire degli anni '30 del secolo scorso trovarono a quel punto finalmente un concreto utilizzo, divenendo il complemento imprescindibile dell'elettronica digitale. La qualificazione nel linguaggio macchina: "ha l'univoco significato di sistema mediante il quale tradurre informazioni di tipo 'classico' perché continue, in un linguaggio computabile, ridotto ad elementi finiti, misurabili e quindi discontinui. Si tratta quindi di un codice convenzionale basato sul circuito bi-stabile, acceso-spento che facendo corrispondere il diverso stato della macchina a due numeri - 0, 1 (un *bit,* contrazione di *binary digit)* regola il flusso dei segnali che compongono i simboli dei sistemi di numeri; questi ubbidiscono a sequenze finite d'istruzioni o passi procedurali studiati per risolvere classi di quesiti nei quali è prevista una procedura automatica di arresto (definizione di algoritmo). Ciò che si trasmette, quindi, è un segnale discontinuo che per assumere un significato percettivo (riconoscibile dai sensi) deve essere manipolato negli ambienti di lavoro studiati per trascrivere, in funzione degli scopi, un numero ordinato di *bits, in immagini e/o rappresentazioni* di uscita univocamente comprensibili."[22]

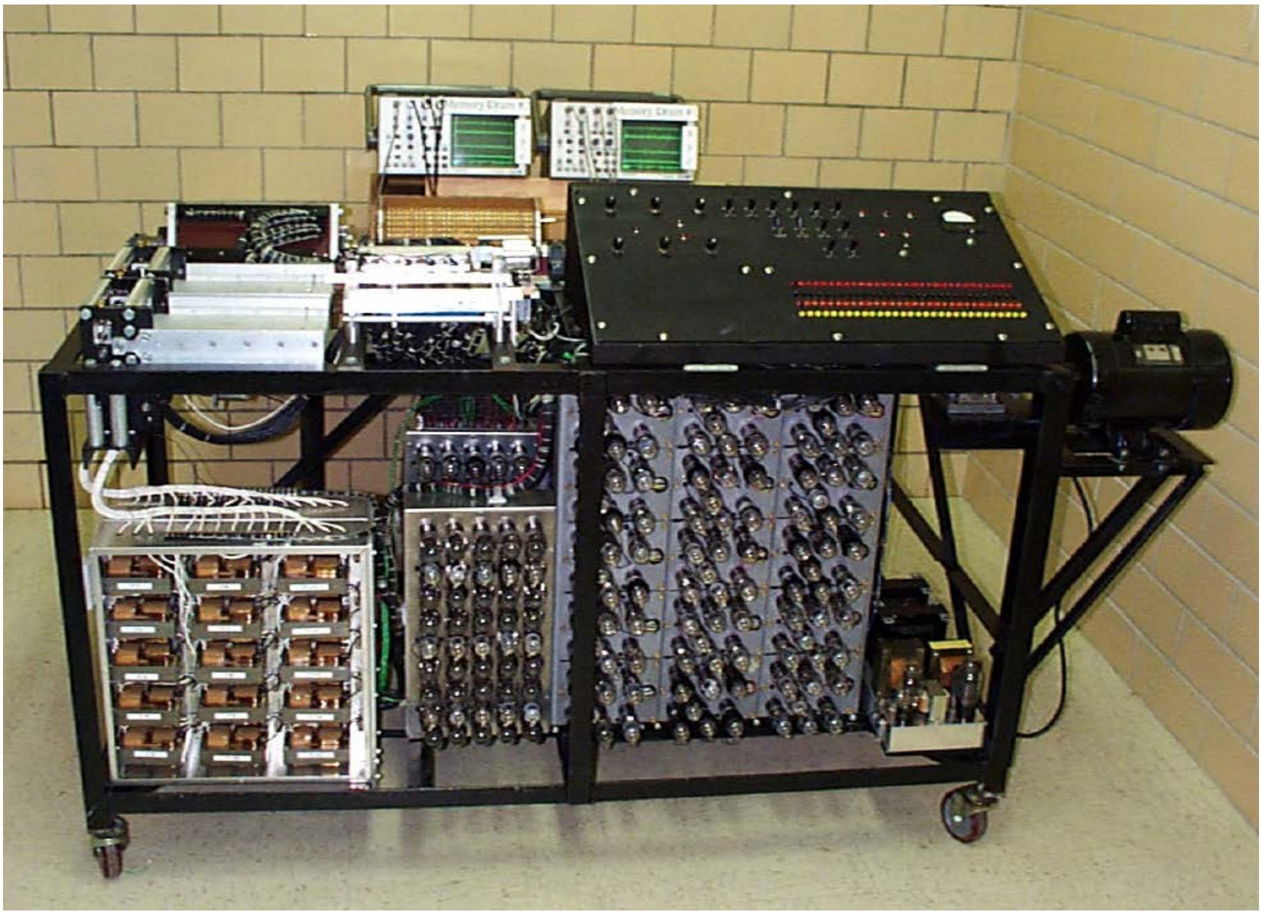
In quello stesso 1939, mentre Konrad Zuse si accingeva a costruire il suo Z2 a relè comparve, ad opera di John Vincent Atanasoff, 1903-1995, e di Clifford E. Berry, 1918-1963, della Iowa State University, l'*Atanasoff Berry Computer*, ricordato per lo più con l'acronimo *ABC*, il primo computer digitale interamente elettronico e, in quanto tale, un deciso passo innanzi nella evoluzione dei calcolatori.

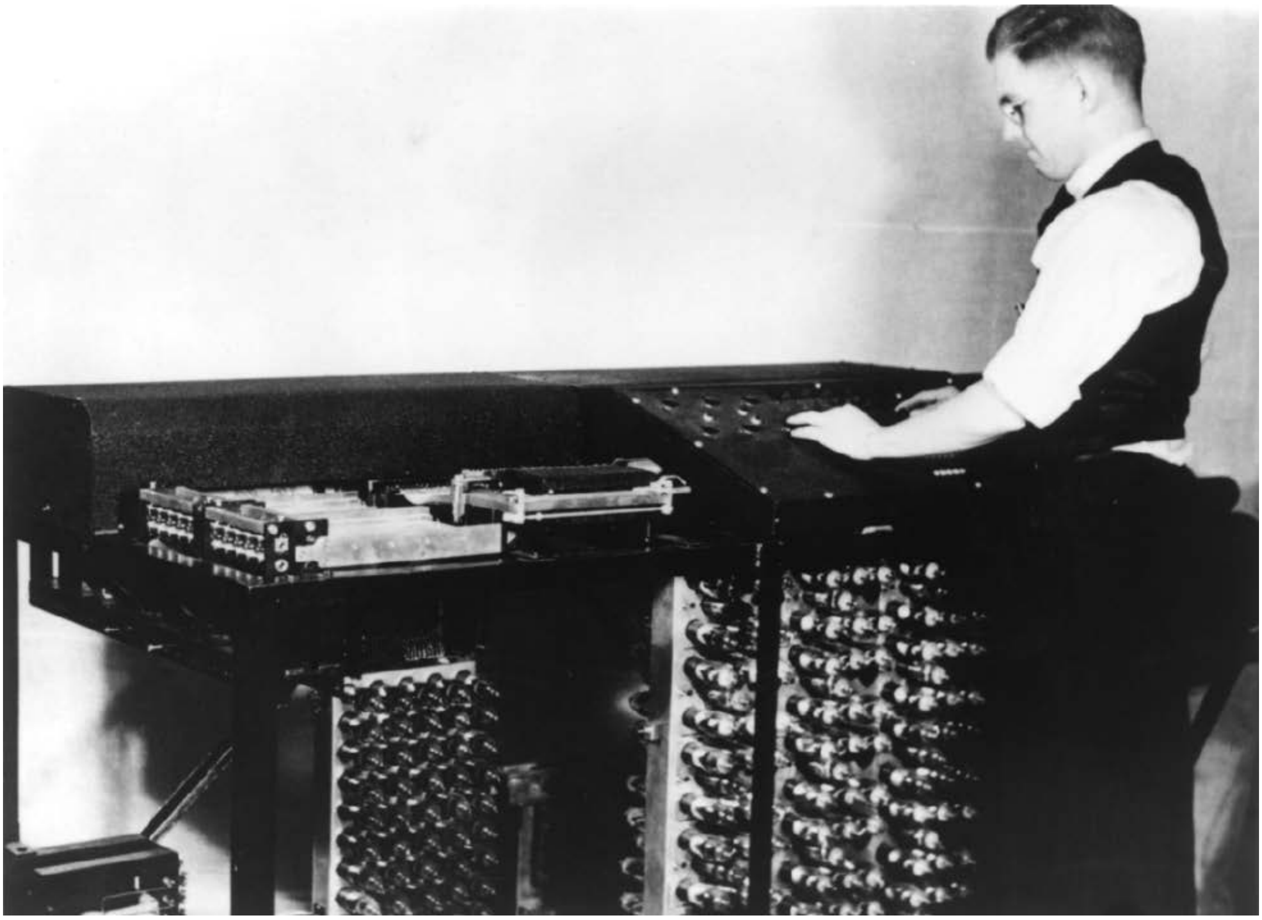
20 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica…*, cit., vol. IV, p. 673.

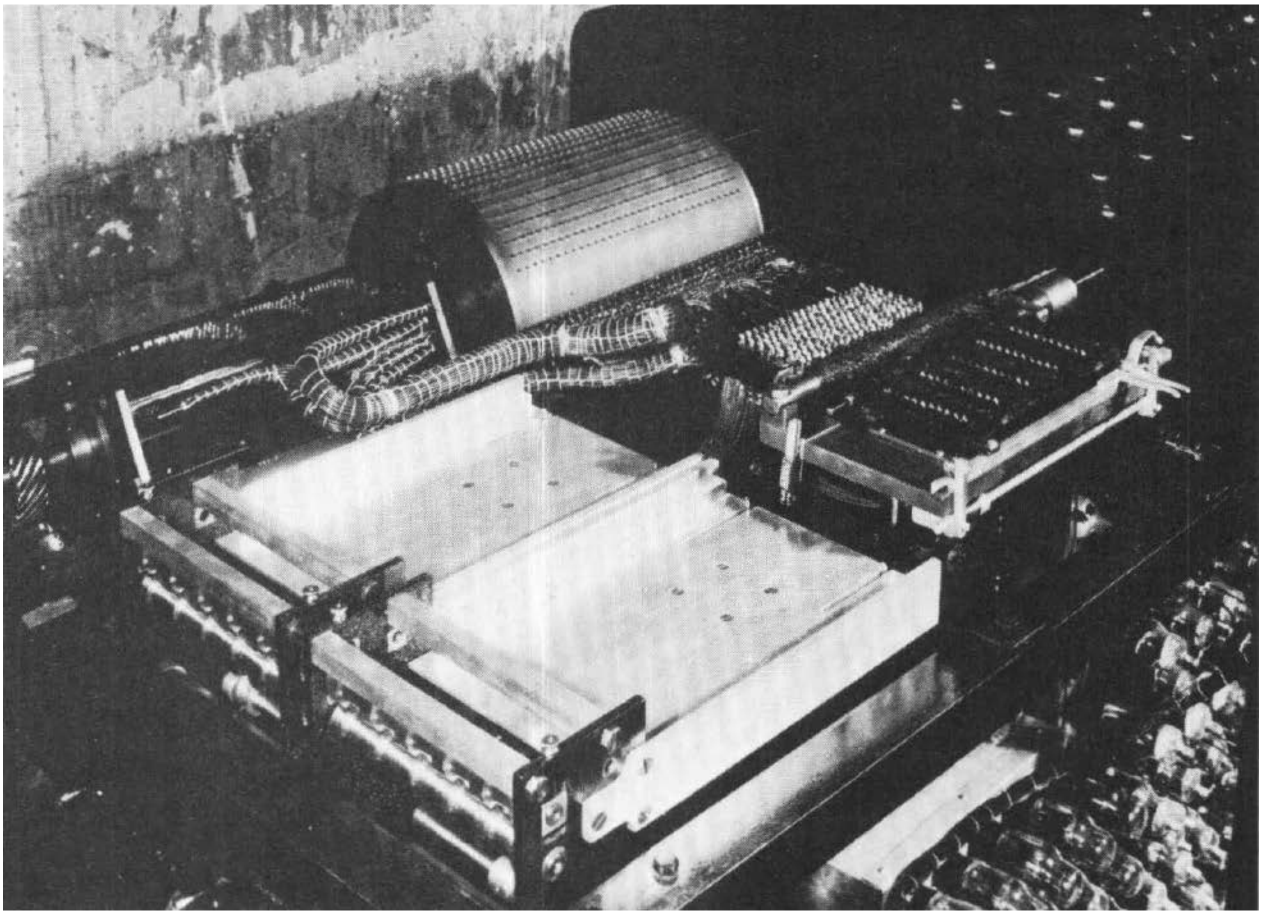
21 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica…*, cit., vol. IV, p. 674.

22 Da A. ROSSI, *i Cad. Introduzione al disegno informatico per l'architettura e l'ingegneria*, Napoli 2014.

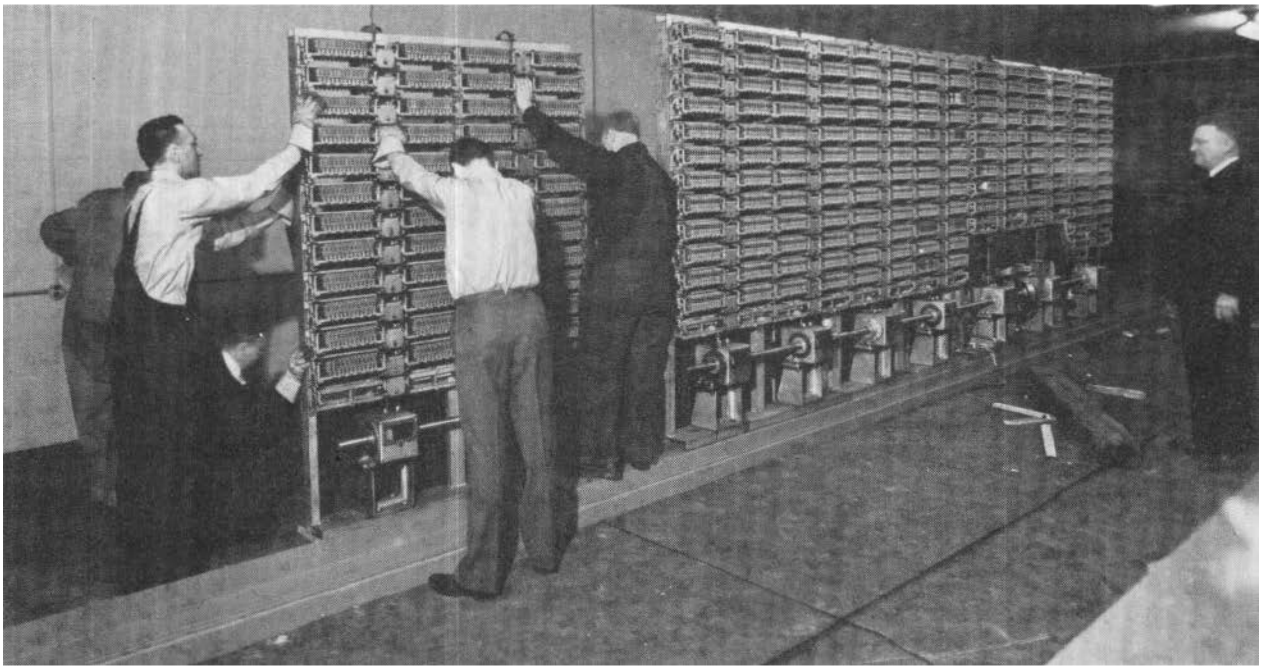
In alto: *una valvola termoionica.*
Nelle pagine seguenti: *John Vincent Atanasoff, Clifford E. Berry e l'Atanasoff Berry Computer del 1939.*

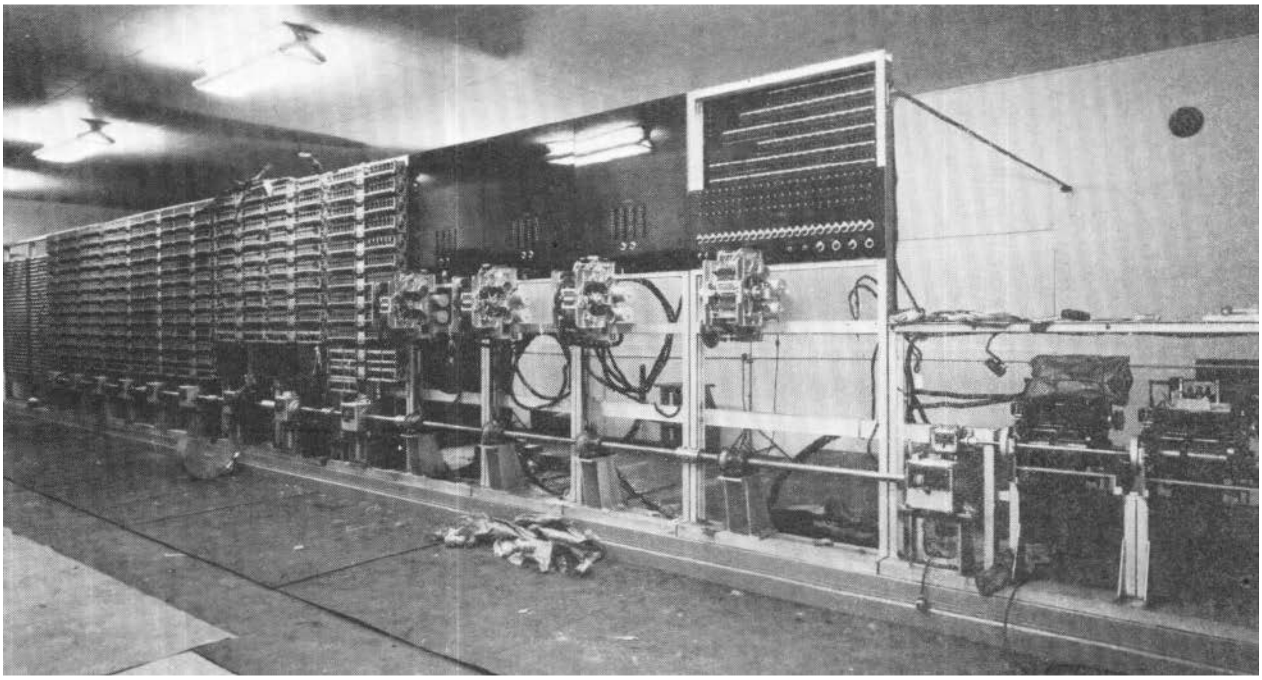


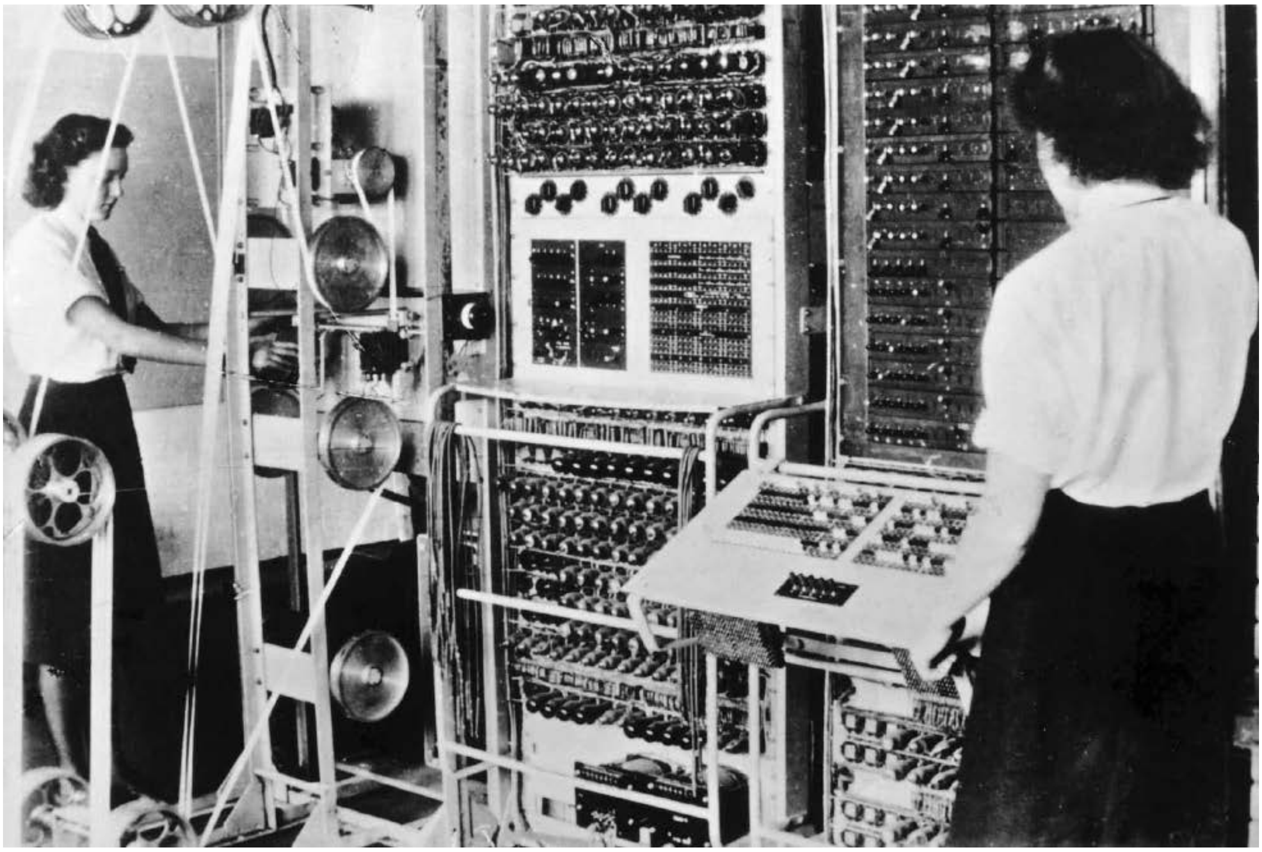


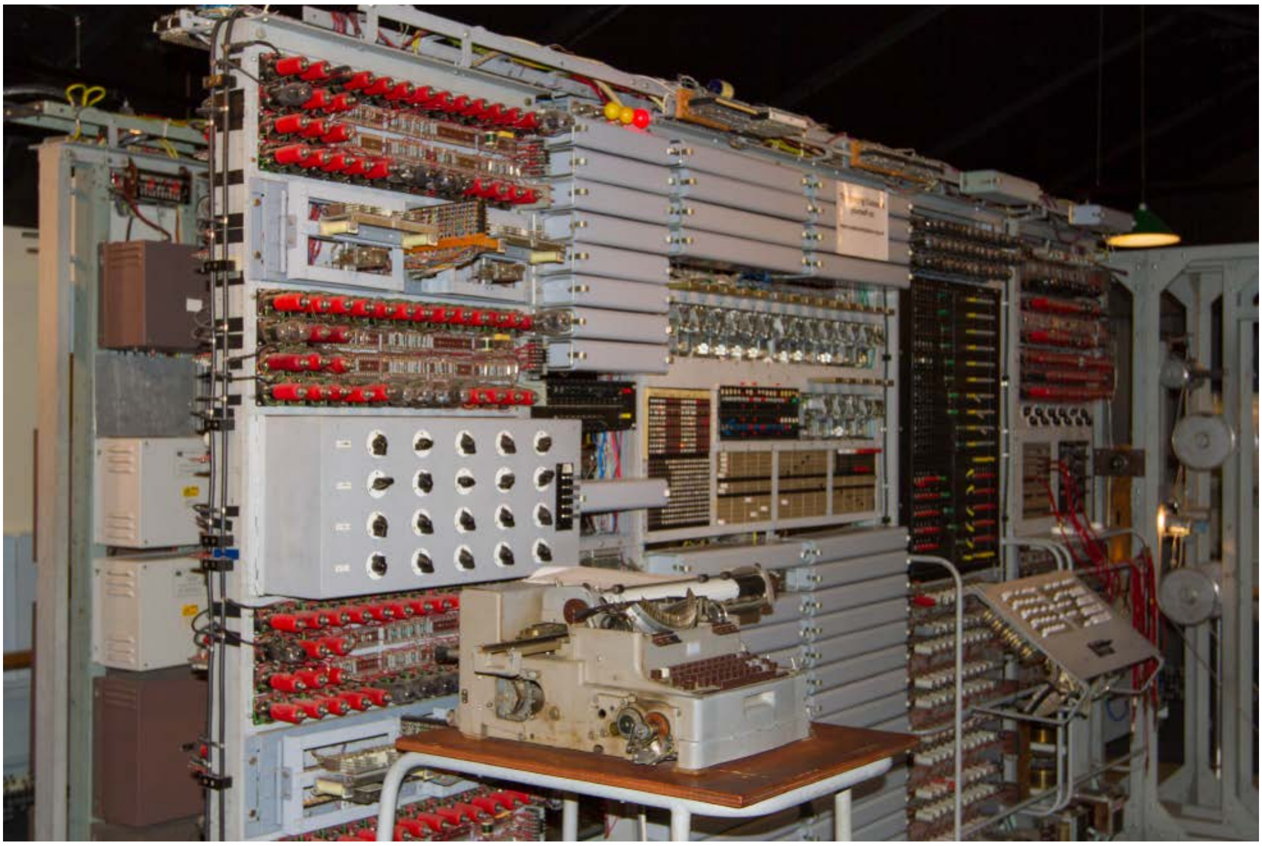


Tuttavia, sebbene fosse quanto di più avanzato in materia, impiegava per fornire il risultato di alcune operazioni anche diverse ore. Un ulteriore progresso lo si ottenne nel 1943 con la costruzione dell'*Harvard Mark I*, progettato da Howard Hathaway Aiken, 1900-1973, del Dipartimento di Fisica dell'Università di Harvard (Cambridge, Massachusetts), coadiuvato dagli ingegneri meccanici C.D. Lake, F.E. Hamilton e B. M. Durfee. La macchina denominata *Aiken-IBM Automatic Sequence Controlled Calculator Mark I*, in acronimo ASCC, soprannominato *Harvard Mark I*, finanziato interamente dall'*International Business Machines Corporation*, che impiegava anche 3300 relè, era in grado di sommare due numeri di 23 cifre in tre decimi di secondo, e di moltiplicarli fra loro in 6 secondi. A queste prime due macchine seguì nel 1944 il *Colossus* dalla prioritaria destinazione militare, essendo progettato da Alan Turing presso il GCHQ (*Government Communicatios Headquarters*, istituzione britannica preposta alla *intelligence* ed alla sicurezza) di *Bletchley Park* non lontano da Londra. Suo compito precipuo, la chiarificazione dei messaggi tedeschi cifrati dalla macchina *Enigma*, intercettati in numero di circa 2.000 al giorno. Realizzata in oltre 200 esemplari sul finire del '45 richiedeva varie migliaia di tecnici per il suo funzionamento.



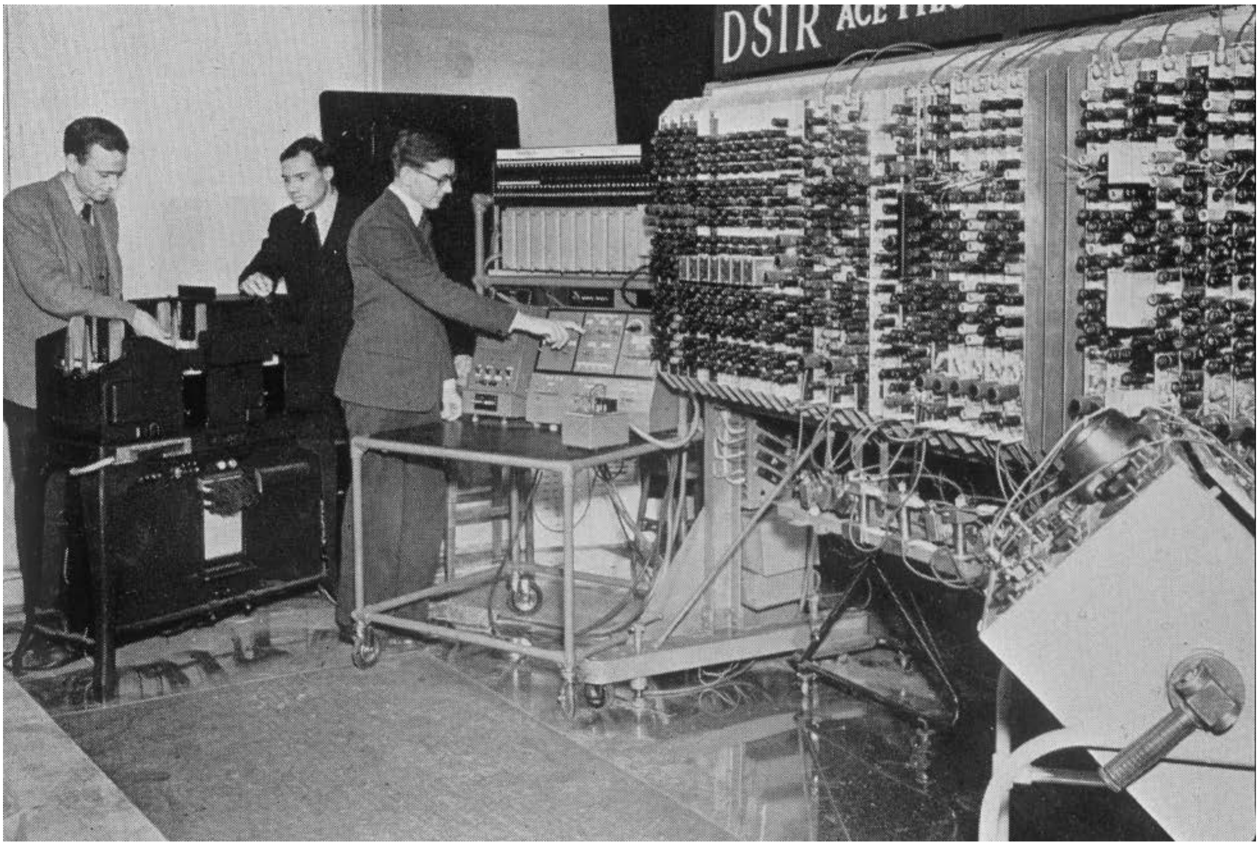






Nella pagina a fianco: *l'Aiken-IBM Automatic Sequence Controlled Calculator Mark I, in acronimo ASCC, soprannominato Harvard Mark I, il primo computer digitale elettromeccanico IBM progettato da Howard H. Aiken e completato nel 1943.*

In questa pagina: *il Colossus, il primo computer elettronico programmabile nella storia dell'informatica. Costruito e messo in opera nel Regno Unito, nel 1944, basandosi sui concetti della macchina di Turing universale.*

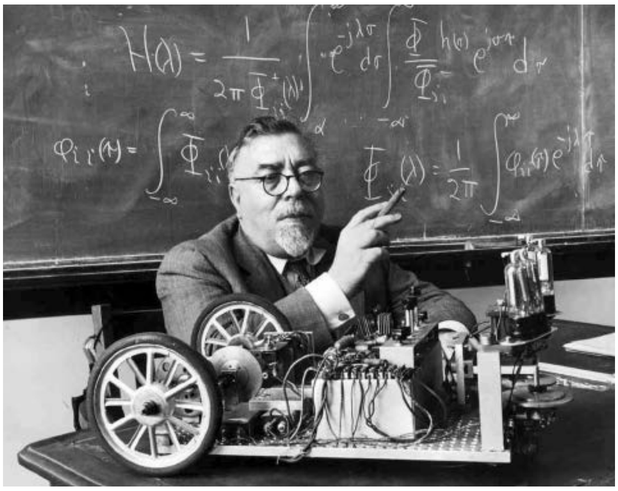


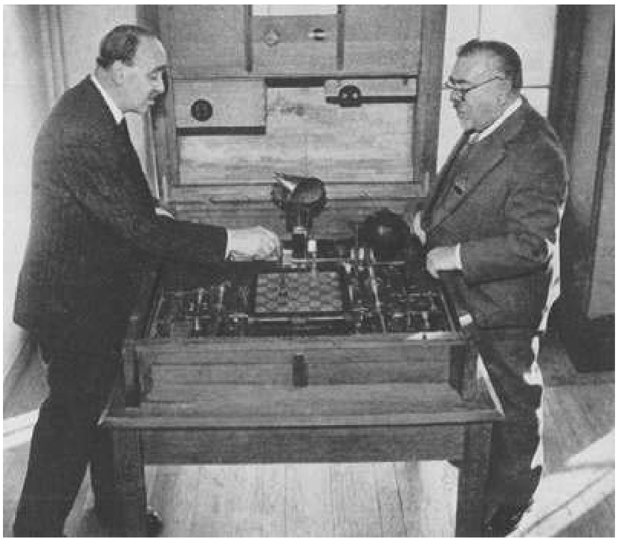
Lo svilupparsi delle ricerche sui calcolatori automatici che dal finire degli anni '30 si susseguirono in entrambe le fazioni nel corso della Seconda guerra mondiale, e i cui migliori prototipi sono stati innanzi ricordati, ebbero ben presto, e sempre in ambito militare, una prioritaria destinazione di tipo balistico. Agli inizi della guerra, infatti, il ruolo dell'aeronautica si confermò subito di gran lunga preminente rispetto al precedente conflitto, grazie alle notevoli prestazioni raggiunte dai velivoli, peraltro in costante incremento per velocità, autonomia e capacità di carico. Pertanto il problema fondamentale che gli eserciti si trovarono ad affrontare sin dai primi mesi di conflitto: "fu la crescente velocità e agilità di manovra dell'aviazione nemica. Non potevano puntare le armi direttamente sui bersagli, bensì dovevano mirare a un punto situato più avanti della loro traiettoria. L'artigliere doveva decidere quanto lontano da un aereo in rapido movimento doveva puntare, per far sì che le traiettorie del missile e dell'aereo si intersecassero nel punto prestabilito."[23] Fu perciò: "dalla domanda di una potenza di calcolo a buon mercato, avanzata dai militari, che provenne il principale stimolo alla ricerca sull'automazione del calcolo."[24]

Quel problema presto si sdoppiò: la sua prima componente contemplava la costruzione di macchine automatiche sempre più potenti e veloci per il calcolo; la seconda la loro capacità di dirigere più o meno direttamente il tiro delle artiglierie contraeree, ovvero di dotarle di adeguati servomeccanismi che ne eseguissero i comandi. Pertanto: "in relazione al primo di essi, Wiener [1894-1964] pubblicò, nel 1940, il risultato di uno studio sulle caratteristiche che avrebbe dovuto avere il futuro calcolatore automatico: esso doveva essere numerico ed elettronico con circuiti bistabili, con capacità logica e con memoria. Le sue idee rivoluzionarie si imposero e, già nel 1942, le università di Harvard, di Pennsylvania e di Princeton lavoravano attivamente su di esse. Il secondo tema diede luogo a un altro passo rivoluzionario, segnando la nascita della teoria della regolazione e del controllo; tuttavia la finalità di muovere con rapidità e precisione le torrette dell'artiglieria antiaerea coinvolgeva un così gran numero di difficoltà (predizione delle traiettorie ottimali, stabilizzazione rapida del cannone, ecc.) che per la sua soluzione fu necessario un enorme sforzo teorico. I risultati, che comprendono la teoria dei servomeccanismi, furono pubblicati e applicati solo nel dopoguerra. Le necessità belliche producevano così le prime «macchine intelligenti». Due attività come il calcolo e la previsione, prima dominio esclusivo degli esseri umani, passavano

23 Da M. DE LANDA, *La guerra nell'era delle macchine intelligenti*, Milano 1996, p. 69.

24 Ibidem.





nell'ambito delle capacità delle macchine segnando l'inizio, con l'avvio dell'automazione, di quella che è stata definita la «seconda rivoluzione industriale». L'unità essenziale dei due problemi, centrata sui fenomeni della comunicazione e del controllo, comuni alle macchine e agli esseri viventi, venne rilevata da Wiener e Rosenbluth."[25]

A comandare e controllare le macchine o i complessi di macchine subentrarono i servomeccanismi, che potevano essere, come nel caso delle artiglierie contraeree, azionate direttamente dai calcolatori servomeccanismi che progressivamente assumeranno ruoli sempre più ampi nel mondo industriale. Al riguardo va ricordato che: "alcuni servomeccanismi sono nati con lo scopo di svincolare l'uomo dalla necessità di compiere gli intensi sforzi muscolari necessari per agire sugli organi di comando di alcune macchine; si pensi ad esempio ai cosiddetti 'servosterzi' istallati sui veicoli pesanti… Altri servomeccanismi sono stati costruiti per rendere automatico il funzionamento di una macchina, che altrimenti richiederebbe frequenti e continui interventi dell'operatore; è questo il caso dei regolatori di velocità dei motori, dei cosiddetti 'piloti automatici' e per aeroplani e missili… A questa categoria di macchine appartengono i servomeccanismi di tipo più evoluto, i quali devono essere necessariamente dotati di 'organi di senso' in grado di misurare o apprezzare le variazioni subite dalle variabili che definiscono o l'ambiente in cui la macchina si trova o le condizioni di funzionamento della macchina stessa, oltreché di organi motori in grado di agire con sufficiente prontezza e precisione sui comandi della macchina regolata."[26]

25 Da SAPERE. IT alla voce *Cibernetica*.

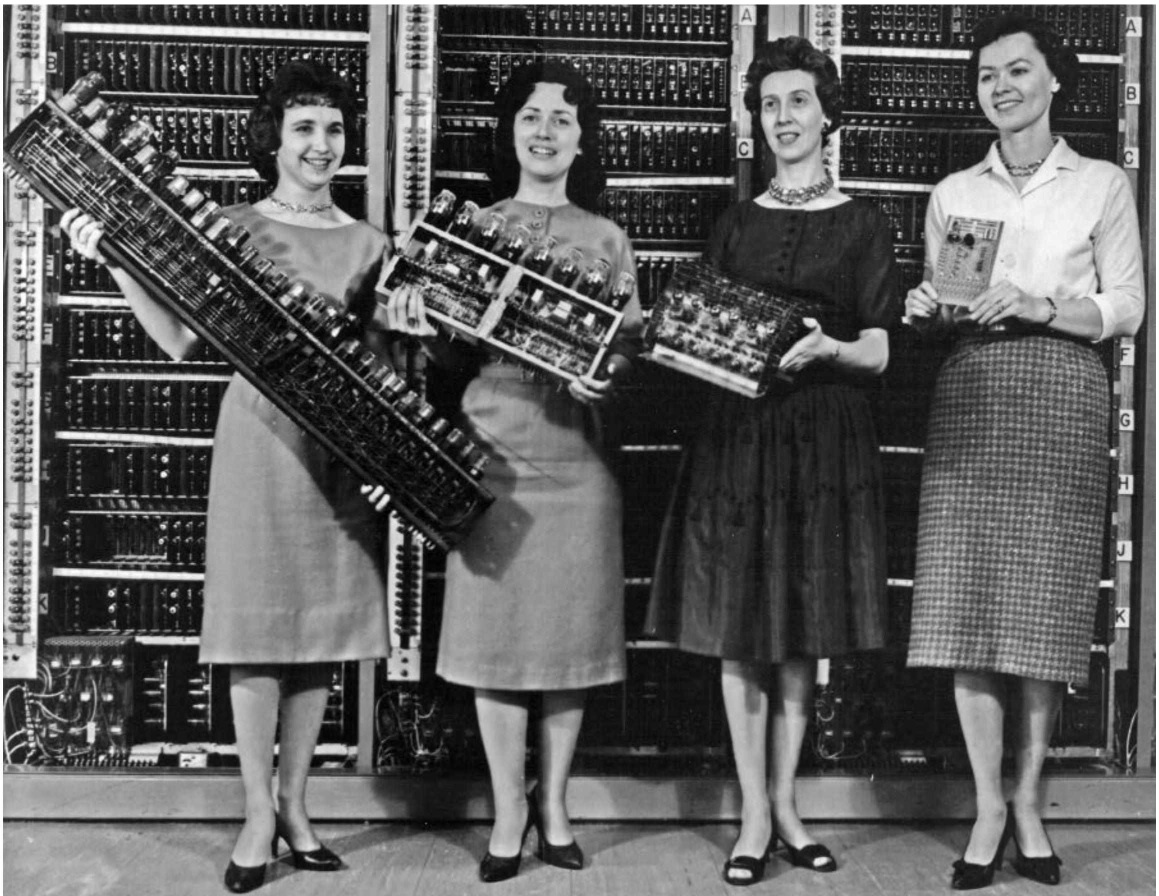
26 Da P. G. PEROTTO, *Servomeccanismi e calcolatori numerici*, Torino 1960, p. 3.

Nella pagina a fianco: *Alan Turing intento ad impostare un programma sul Colossus a Londra durante la Seconda Guerra Mondiale.*
In questa pagina, in alto: *Norbert Wiener che, altre a teorizzare un sistema di difesa automatico per artiglieria contraerea, si dedicò anche alla primordiale cibernetica. In alto lo si può osservare a fianco ad un carro con propulsione elettrica in grado di orientarsi e seguire una sorgente luminosa.*
Nella foto centrale: *un ricercatore disegna una scia luminosa con una torcia (la si vede per il lungo tempo di esposizione), mentre il sistema di controllo del carro tenta di seguirla.*
A fianco: *Wiener ad un congresso di cibernetica a Parigi nel 1951, mostra grande interesse per El Ajedrecista, la macchina automatica per il gioco degli scacchi messa a punto da Leonardo Torres y Quevedo tra il 1910 e la prima metà degli anni '20.*

Compare così, sia pure implicitamente, il concetto di tempo reale, che potrebbe tradursi con 'simultaneità' tra il calcolo dei parametri di un evento e l'evento stesso. Negli anni immediatamente successivi, per l'importanza ormai acquisita in ambito militare vennero elaborati proprio per l'esercito statunitense degli appositi calcolatori a valvole, il più importanti dei quali fu assemblato tra il 1944 e il '51, e battezzato con l'acronimo di ENIAC, *Electronic Numerical Integrator And Computer*. La sua costruzione, il cui principale requisito consisteva nella velocità di calcolo, fu avviata il 31 maggio 1943: "l'ente incaricato era l'Università della Pennsylvania «in cooperazione con e sotto la direzione dei rappresentanti del *Ballistic Research Laboratory* ». Il primo calcolatore elettronico era quindi destinato a fare le tavole di tiro di molte munizioni per l'artiglieria americana… entrò in funzione nel febbraio 1946; ma dall'inizio del 1944, quando la progettazione era completamente terminata e tutte le parti erano in costruzione, i suoi progettisti ne avevano già riconosciuto quasi tutti i difetti, e stavano accarezzando l'idea di una macchina molto più progredita, un vero calcolatore elettronico… l'EDVAC."[27] Curiosamente mentre il secondo fu il primo calcolatore a essere dotato di un vero programma memorizzato, il primo fu quello che maggiormente impressionò la stampa e la cinematografia, meritandosi la discutibile etichetta di 'cervello elettronico'. Quanto però quella qualifica fosse abusata e destituita di fondamento lo confermano queste semplici osservazioni: "il calcolatore gigante ENIAC, un complesso di circa 18.000 valvole a vuoto, pesa già trenta tonnellate e divora 150 kW di energia, una quantità spaventosa per una

27 Da A. MONDINI, *Storia della Tecnica…*, cit., vol. IV, p. 675.

Sotto e nella pagina a fianco: *l'ENIAC, Electronic Numerical Integrator And Computer, messo in funzione nel 1946 presso la Moore School of Electrical Engineering (una ex scuola universitaria dell'Università della Pennsylvania) per il Ballistic Research Laboratory (un ex centro di ricerca dell'Esercito degli Stati Uniti d'America). Fu il quarto computer digitale nella storia dell'informatica.*



capacità di appena 700 bit di informazione. D'altro lato il cervello umano, che contiene alcuni miliardi di neuroni ed è quindi funzionalmente superiore di circa un milione di volte, avendo una capacità di memoria di 1000 000 000 000 000 ovvero 10^{15} bit, pesa appena mezzo chilo ed ha dimensioni talmente ridotte da trovare comodamente posto nel cranio umano, con un consumo totale di circa 10 W…"[28] Quanto al menzionato EDVAC, acronimo per *Electronic Discrete Variable Automatic Computer*, fu anche lui progettato e costruito per il *Ballistic Research Laboratory* a partire dal 1944, divenendo operativo soltanto nel 1951. Il suo impiego si protrasse fino agli anni '60, consentendo un utilizzo di circa 20 ore al giorno, delle quali circa almeno 8 senza alcuna anomalia. Nel '53 lo si integrò di un lettore a schede perforate, l'anno successivo di una memoria a tamburo e nel '58 di una unità in virgola mobile. Dal punto di vista tecnico l'EDVAC era in grado di effettuare una addizione in 864 microsecondi ed una moltiplicazione in 2900 microsecondi e per farlo impiegava più di 6.000 valvole termoioniche, 12.000 diodi, e consumava 56 kW di potenza elettrica, con un ingombro di circa 45 m², richiedendo una trentina di persone, per ogni turno di 8 ore, per il suo funzionamento! Nel 1951 esordì l'UNIVAC, *UNIVersal Automatic Computer I*, che rappresentò il primo computer commerciale prodotto negli Stati Uniti. L'avvento del transistor e più ancora dei circuiti integrati determinarono la miniaturizzazione dei computer e la loro esponenziale crescita di capacità e velocità determinando sul finire degli anni '70 la diffusione dei *personal computer*, e il loro collegamento in reti planetarie, la più nota delle quali è l'ormai onnipresente ed imprescindibile INTERNET.

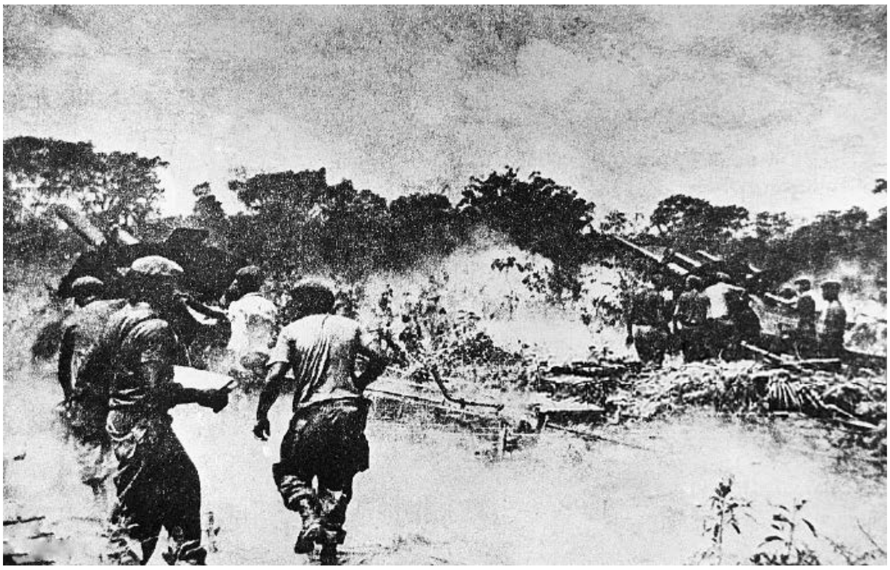
28 Da J. SINGH, *Teoria dell'informazione…*, cit., p. 144.

In questa e nella pagina a fianco: *l'UNIVAC I (UNIVersal Automatic Computer I), il primo computer commerciale creato negli Stati Uniti. Progettato da J. Presper Eckert e John Mauchly, fu messo in funzione nel 1951.*

Guerra fredda e computer: INTERNET

Sin dagli inizi degli anni ’60 del secolo scorso, il bisogno di formare una vasta e sicura rete di comunicazione, indipendente dalle tradizionali trasmissioni di massa radio-televisive, scaturì dal crescente timore degli Stati Uniti di un improvviso attacco termonucleare sovietico. Tale bisogno divenne acuto soprattutto dopo lo shock prodotto nell’opinione pubblica dal lancio dello Sputnik, impresa spaziale che notificò la raggiunta superiorità della tecnologia missilistica nemica, foriera di potenziali iniziative aggressive. Il fallimentare episodio della Baia dei Porci e la prima esplosione termonucleare cinese, acuirono ulteriormente quei timori, interpretandosi per altrettanti sintomi di un non lontano, se non pure imminente, attacco del blocco comunista. Come prevedibile la: “risposta non tardò a venire: alla fine degli anni ’50, durante la guerra fredda, l’amministrazione Eisenhower si diede ad una efficace attività di stimolo (e di finanziamento) della ricerca militare nel settore delle comunicazioni. In seguito all’approvazione del Congresso, il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti nel 1958 diede vita all’ARPA, *Advanced Research Projects Agency* con sede all’interno del Pentagono, a Washington … [Nel frattempo però] I progressi sovietici in campo spaziale continuarono. Nel 1961 portarono nello spazio il primo uomo (Yuri Gagarin). Gli Stati Uniti decisero di stanziare maggiori

In basso: *la reazione della stampa statunitense al lancio dello Sputnik.*
Sotto: *la fallita invasione della Baia dei Porci.*
Nella pagina a fianco: *primo piano di Yuri Gagarin.*



The Weather

Paris: Today's forecast: Cool, foggy early, sunny later. Yesterday's temperatures: Max. 61 (16 Cent.); min. 48 (9 Cent.). Today's probable temperatures: Max. 61 (16 Cent.).
London: Warm and misty early, fair later. Yesterday's temperatures: Max. 63 (17 Cent.); min. 50 (10 Cent.).
Channel Crossing: Smooth.
New York: Cool, windy, occasional rain. Yesterday's temperature: Max. 60 (16 Cent.).

NEW YORK Herald Tribune
European Edition

PRICE PER COPY:

Established in Europe 1887 — PARIS, MONDAY, OCTOBER 7, 1957 — Established in New York 1841

U.S. Views Satellite as Russian Victory

Fights Flare In Warsaw for Fourth Night

By William J. Humphreys
Special to the Herald Tribune

WARSAW, Oct. 6. — Clashes between riot police and civilians, touched off Thursday by university students battling for the right of free speech, tonight ranged up and down the principal thoroughfares of Warsaw for the fourth consecutive night.

At the same time, Stefan Cardinal Wyszynski, Roman Catholic Primate of Poland, told the nation's students that while he could understand their "fight," they had to remember "that our country is in a particularly difficult situation."

Those listening to the cardinal's remarks on the occasion of the university's scheduled reopening got the impression that he was warning that hot-headed actions might push Poland into Hungary's plight of last year.

Official reports say that a total of 130 have been arrested since the riots started. Several seriously injured persons have been hospitalized. ...

Braves Nip Yanks, 7-5, In Tenth

Series Made 2-2 By 3-Run Rally

By Tommy Holmes

Russians Work on New One

It May Get Down With Instruments

By B. J. Cutler
From the Herald Tribune Bureau

MOSCOW, Oct. 6.—The Soviet Union is working on a new satellite designed to return to earth undamaged and with its data-laden instruments intact.

This was disclosed today by Yevgeni Fedorov, scientist in charge of Russia's upper-atmosphere research program, which already has sent history's first artificial satellite into its orbit around the earth.

The statement came as the nation's newspapers and radio stations erupted in a torrent of self-praise over Friday's successful launching of the satellite and tired taunts that the Soviet Union had "beaten" the United States and left it far behind in technical progress.

From all major newspapers, it was clear that the Kremlin was trying to convert the scientific achievement into a propaganda victory. ...

This photograph, made from an altitude of 143 miles during recent rocket tests in the United States, provides background for artist's conception of the American man-made satellite in flight. Area in the background is of Southwestern United States and northern Mexico.

Soviet Satellite's Predicted Orbit — NORTH POLE

23-In. Sphere Looping World at 18,000 M.P.H.

Cold-War Effect Is Assayed

Symington Calls For Investigation

Editorial—Page 4

By Robert J. Donovan
From the Herald Tribune Bureau

WASHINGTON, Oct. 6.—The rueful reaction here yesterday to news of the Soviet earth satellite was that the United States has had the daylights beat out of it in an epic contest of the 20th century.

While the Soviet projectile whizzed over this chagrined capital, the portents and consequences of Russia's new conquest of space loomed large and unencouraging. In the view of many observers here, this is what the Soviet triumph means:

1—That the Russians have scored a tremendous propaganda victory in the cold war—a victory likely to strengthen their hand diplomatically, especially in the Middle East.

Program Ahead of U.S.

2—That the Soviet rocket and missile program is far broader and more advanced than has been generally known in the United States. ...

finanziamenti nel campo della ricerca aerospaziale e costituirono la NASA. Il governo trasferì ad essa la competenza di gestire i programmi spaziali, con i relativi capitali (che in breve tempo diedero frutto, dando vita alle missioni Apollo) e l'ARPA dovette cercarsi un nuovo "oggetto di studio parallelo"; lo trovò nella scienza dell'informazione e della comunicazione. La direzione dell'agenzia, avendo a disposizione costosi elaboratori elettronici, decise di sviluppare un progetto che conferisse a quelle macchine la capacità di comunicare e trasferire dati." [29]

Pertanto il Ministero della Difesa americano, montando le paure, incaricò l'ARPA di studiare e approntare una rete che collegasse le tante basi militari in maniera continua, indipendente dalla situazione contingente e, soprattutto, in grado di funzionare comunque anche in caso di guerra nucleare o nella malaugurata ipotesi di una parziale occupazione territoriale nemica. L'idea alla quale l'ARPA prese a lavorare insisteva su almeno due ordini di ragioni. Da un lato si voleva attivare un sistema che consentisse alle sedi delle forze armate statunitensi di comunicare fra loro in maniera sempre e comunque efficace e stabile quale che fosse il contesto vigente, allargandolo pure alle università e ai centri di ricerche che lavoravano a programmi variamente militari. Dall'altro lato, e sostanzialmente sempre nell'ambito della

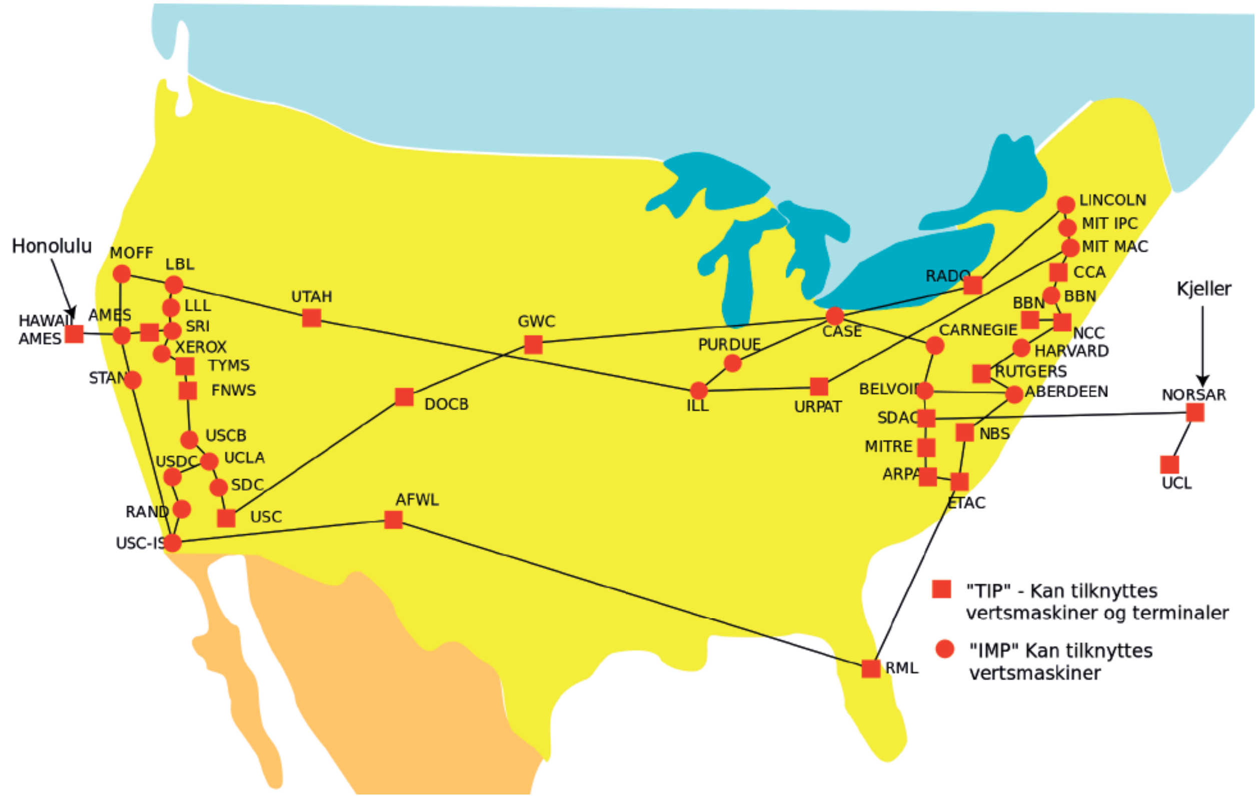
In alto: *il Presidente Eisenhower conferisce l'incarico per la creazione della NASA al dott. Glennan (futuro direttore) e al dott. Dryden.*
Sopra: *il logo della NASA.*
Nella pagina a fianco: *in alto, il Pentagono, sede del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti; in basso, il prof. Licklider.*

29 Da D. BONACINA, *Internet Story,* editrice S. Marco online, Bergamo, consultabile sul sito www.dariobonacina.net/Internetstory. Pdf.

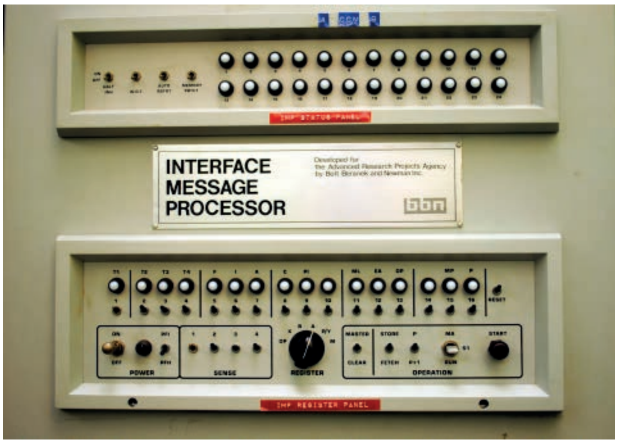
medesima paura di attacco nucleare, la rete di computer immaginata si rendeva indispensabile per consentire di spegnere le trasmissioni via radio, le cui emissioni sarebbero state altrettanti radiofari per i vettori strategici nemici, e garantire al contempo le comunicazioni con le suddette sedi di comandi militare, le università, i centri di ricerca ed infine anche con i cittadini. Quale che ne fosse la condizione di partenza, il criterio informatore del rivoluzionario progetto fu perciò che la rete non insistesse su di un unico nodo centrale, essendo evidente che in tal caso la sua caduta, la sua conquista o la sua distruzione avrebbero troncato qualsiasi comunicazione. Il sistema perciò doveva essere decentralizzato, secondo un criterio che ogni suo nodo potesse in caso di necessità continuare non solo ad elaborare le informazioni ma anche trasmetterle, saltando o aggirando i nodi danneggiati o distrutti. Un sistema perciò ad alta ridondanza, dove la compromissione parziale non ne comprometteva l'efficienza complessiva.

Dal punto di vista teorico, la formazione di una rete mondiale di computer ad accesso pubblico venne descritta nel 1962 dagli studiosi statunitensi J. C. R. Licklider, 1915-1990, e W. E. Clark, entrambi ricercatori del *Massachusetts Institute of Technology*, in una loro profetica pubblicazione, *On-line man computer communication*. Tra le righe comparve così anche il nome da darsi all'ipotizzata rete: *INTERgalactic Computer NETwork*! Da tali pressanti stimoli e basilari premesse scaturì la prima rete decentralizzata denominata *Arpanet*. Notevoli le difficoltà da superare per unificare i tanti sistemi di elaborazione elettronica delle varie reti territoriali che, alla fine, grazie ad appositi protocolli, in particolare quello di *Transmission Control Protocol* o TCP *e Internet Protocol* o IP, consentì lo scambio dei dati fra le stesse, anche se almeno agli inizi le sedi, già con la denominazione di 'siti', che si collegarono furono soltanto alcune basi di lancio di missili intercontinentali, quelli cioè destinati alla micidiale rappresaglia in caso di attacco. In breve, però, i siti si moltiplicarono inglobando dapprima le università statunitensi già coinvolte da Arpanet, e poi via via altri importanti enti governativi, primo fra tutti la *National Aeronautics and Space Administration*, più noto come NASA, poi la *National Science Foundation* e il *Department of Energy*.

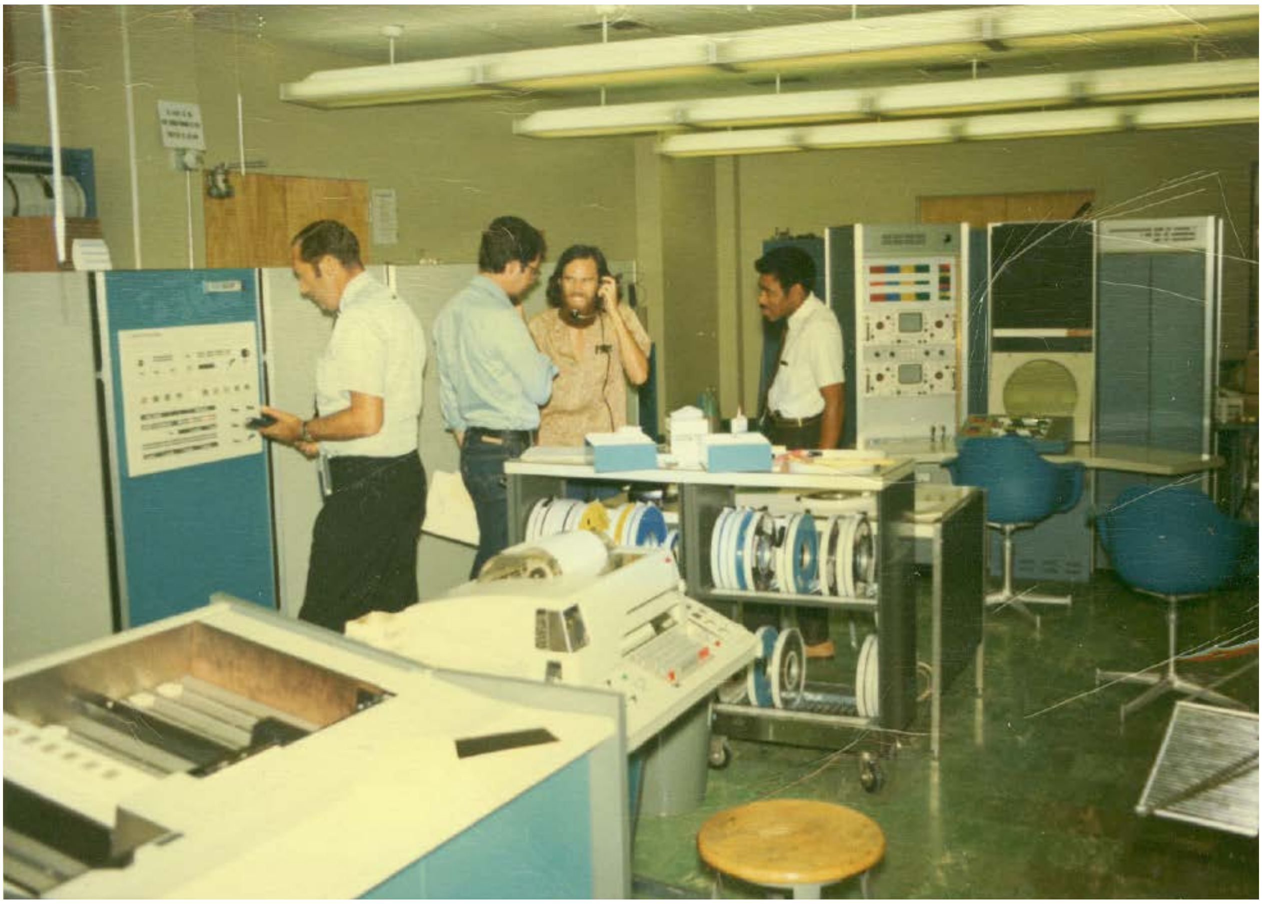
Dal punto di vista cronologico la rete aveva avuto effettivo avvio nel 1969, quando già era riuscita a collegare fra loro quattro università, quella di Los Angeles, l'SRI di Stanford, di Santa Barbara e dello Utah, a ciascuna delle quali fu: "consegnato un IMP (*Interface Message Processor*), un computer dedicato alla gestione del traffico dati, pro-



dotto dalla BBN (*Bolt Beranek & Newman*), la cui piattaforma di base era costituita da un elaboratore *Honeywell* 516 con una memoria centrale di "ben" 12 K (la *sim card* di un moderno telefono cellulare può averne fino a 256). I quattro nodi furono collegati tra loro attraverso circuiti a 50Kbps prodotti dalla AT&T… Il primo esperimento di collegamento ebbe uno svolgimento che oggi non ci stupirebbe granché: le cronache del tempo narrano che il professor Kleinrock dell'UCLA tentò, da Los Angeles, di accedere al sistema Xds di Stanford con un gruppo di studenti che seguiva le operazioni per telefono, collegato con altri studenti presso lo SRI. Il professor Kleinrock [1934] di fronte al primo IMP Kleinrock iniziò digitando la "L", che apparì sul video del computer remoto. Continuò entusiasta digitando la "O" (anche questa apparve sul video di Stanford, come da conferma telefonica), ma quando digitò la "G" il sistema andò in tilt (la cosa ricorda un po' certe operazioni svolte oggi in Windows...). Il secondo tentativo andò a buon



Nella pagina a fianco: *una testata termonucleare sulla base di lancio in una ex base missilistica statunitense, oggi Titan Missile Museum, in Arizona.*
In alto: *la mappa logica della rete ARPANET che collegava le varie basi militari statunitensi alla fine degli anni '70.*
A fianco: *l'IMP (Interface Message Processor) con l'elaboratore Honeywell 516, collegato ad una telescrivente ITT.*

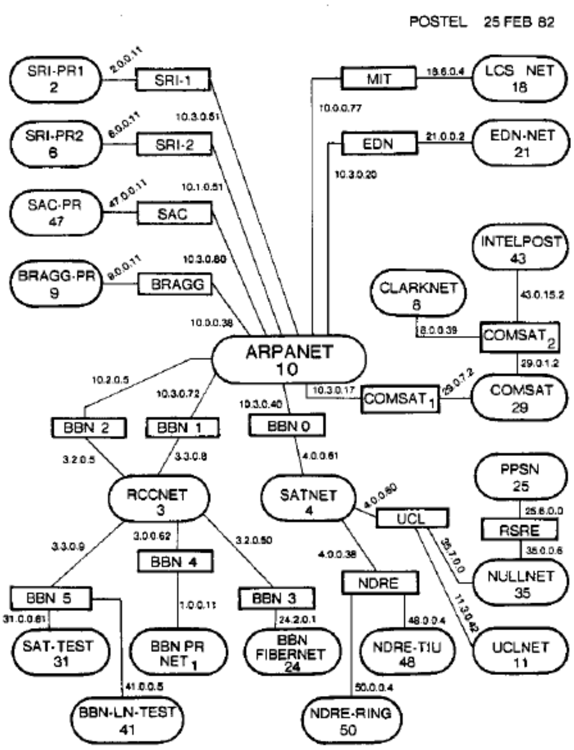


fine e confermò che il progetto stava percorrendo la giusta direzione."[30]

L'attenuarsi della contrapposizione della guerra fredda, determinò anche sulla rete una progressiva smilitarizzazione che portò gradatamente al prevalere delle utenze universitarie che dal canto loro, recepite in pieno le potenzialità poste così a loro disposizione, ne avviarono lo sfruttamento intensivo grazie anche ad un apposito protocollo, il *File Transfer Protocol*, o FTP, in grado di consentire lo scambio di *file* tra i computer e più importante ancora quella che diverrà la posta istantanea per antonomasia, il sistema delle e-mail. La sua invenzione, effettuata nel 1971, va ascritta a Ray Tomlinson, 1941-2016, della BBN che ne derivò il programma dal sistema per la trasmissione dei messaggi interni e da lui anche quello per il trasferimento dei file. Più in dettaglio: "l'IMP concepito dalla BBN poteva collegarsi, al massimo, con 64 computer e una sola rete locale. Limiti che oggi farebbero tenerezza: oggi Internet ha milioni e milioni di utenti. Nel 1971 Arpanet era formata da 15 nodi e 23 host, dei quali entrò a far parte anche la Nasa; gli utenti erano qualche centinaio. I software di interfacciamento e di trasferimento dati seguirono un protocollo denominato FTP… utilizzato ancor oggi, e con il passare del tempo subirono molte evoluzioni, facendosi sempre più raffinati. Il progetto era ben avviato e gli sviluppi che stavano seguendo erano molto interessanti, per cui nel 1972 fu deciso di dimostrare tutto in un evento pubblico, inserito nella *International Conference on Computer Communications*. L'evento ebbe successo e costituì lo stimolo a ricercare una modalità di dialogo tra reti costituite su piattaforme differenti. Bob Kahn [1938] della BBN e Vinton Cerf [1943] dell'Ucla, le menti più illuminate in ambito Arpanet, studiarono per mesi avvalendosi anche dei risultati ottenuti da esperimenti paralleli, come quelli condotti dall'Università delle Hawaii (Aloha-net) basati su comunicazioni radio e satellitari; in poco tempo riuscirono a fissare nuove specifiche di comunicazione dei dati, il cui insieme fu identificato come TCP… La DARPA (vale a dire l'ARPA, alla cui sigla di identificazione

30 Da D. BONACINA, *Internet, dalle origini al terzo millennio*, p. 4, consultabile sul sito www.dariobonacina.net/Internetstory. Pdf.

In alto: *il primo esperimento di collegamento tra computer realizzato dal prof. Kleinrock nel 1969 che, dall'Università di Los Angeles tentò di accedere al sistema di Stanford.*
Nella pagina a fianco: *la rete Internet nel 1982.*



fu premesso il termine Defense) investì sul primo impiego pubblico del TCP, dimostrato in un'applicazione alquanto singolare: messaggi tra un elaboratore installato a Londra e uno installato su un caravan in viaggio lungo la baia di San Francisco in California. I successivi investimenti della DARPA e gli studi che seguirono poi, consentirono nel '78 di sviluppare un'evoluzione del protocollo, che fu scomposto in due parti: il TCP per la gestione dei pacchetti di dati e l'IP… per la loro canalizzazione. Arpanet nel 1971... Il TCP/IP costituisce da allora la base della moderna concezione di Internet, considerando che ogni computer connesso alla rete ha un proprio indirizzo ip. Alla fine degli anni '70 Arpanet constava di soli quindici nodi, ma negli Stati Uniti esistevano altre centinaia di dipartimenti di informatica. Per evitare che questi ultimi venissero emarginati dagli sviluppi delle comunicazioni, la *National Science Foundation* (NSF) iniziò a finanziare la costituzione di reti più economiche tra i vari poli universitari (Usenet, Csnet, Bitnet che abbracciò la prestigiosissima Yale), collegate tra loro mediante il TCP/IP."[31]

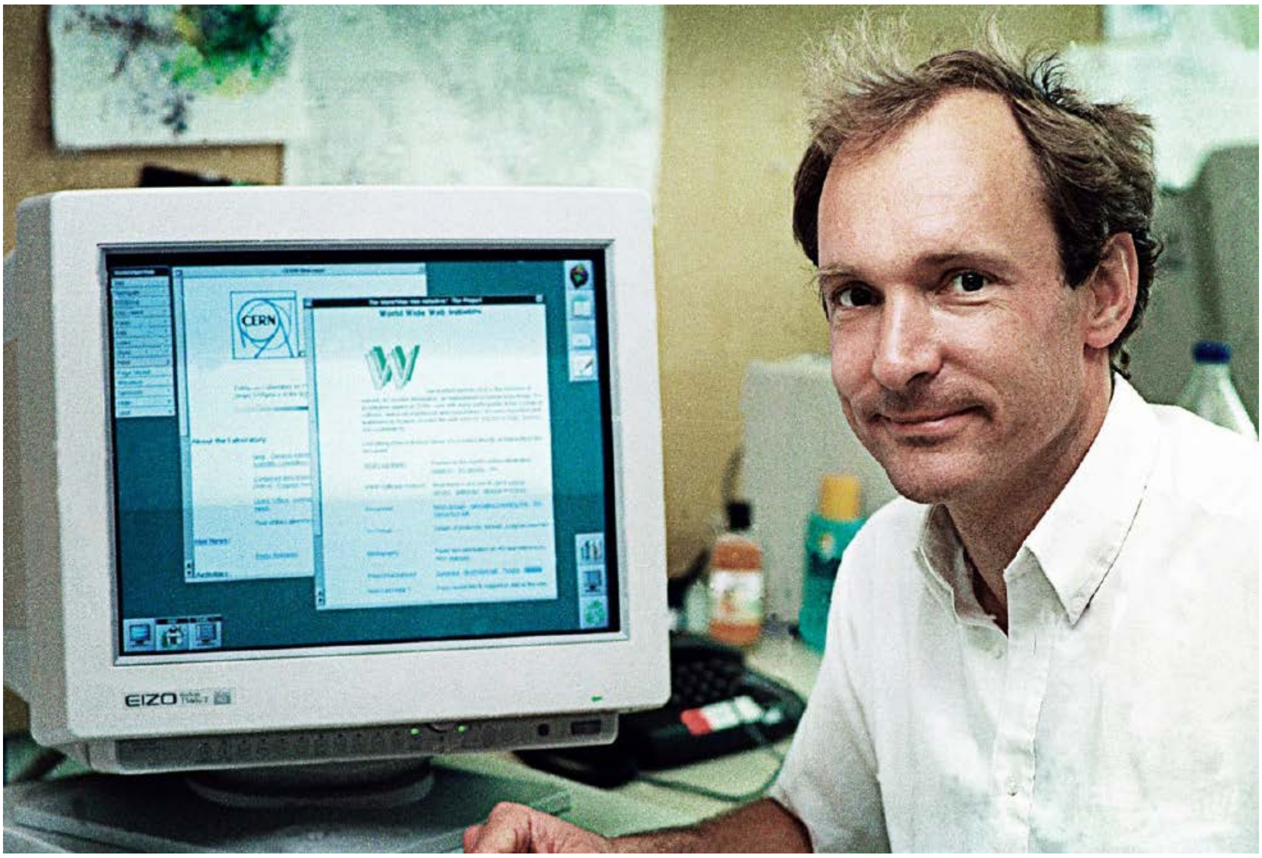
Nello stesso periodo comparvero pure le prime *News* che tramite la condivisione di messaggi e comunicati avviarono la discussione tra gruppi di analoghe estrazione e interessi. Da quel momento gli sviluppi della rete mondiale divennero sempre più veloci, allargando Arpanet i suoi nodi oltreoceano. In varie nazioni europee esordirono così le reti associate, in particolare in Francia, in Norvegia e poi in Gran Bretagna da dove il 26 marzo 1976 la stessa regina Elisabetta II inviò la prima e-mail alla sede del *Royal Signals and Radar Establishement.* Il collegamento ad Internet per l'Italia, tra i primi Paesi in Europa, avvenne giusto trent'anni fa ad opera di un gruppo di pionieri. "Era il 30 aprile del 1986: il segnale partì dal Centro universitario per il calcolo elettronico del Cnr di Pisa (Cnuce) e arrivò alla stazione di Roaring Creek, in Pennsylvania. La notizia fu oscurata dal disastro di Chernobyl avvenuto pochi giorni prima, ma fu davvero l'inizio di una storia nuova. E molto prima che Internet diventasse dominio di tutti, agli inizi degli anni Novanta… Il progetto fu realizzato in sinergia tra Cnr-Cnuce, Italcable e Telespazio; per il collegamento fu usata la rete satellitare atlantica Satnet"[32]

In particolare: "*Il giorno in cui l'Italia scoprì Internet'* – racconta il presidente del Consiglio in un post su internet – *è il 30 aprile 1986. Negli Stati Uniti governa da tempo Ronald Reagan, che qualche mese prima ha dovuto gestire la crisi di identità collettiva dell'esplosione in volo dello Space Shuttle due minuti dopo il decollo. In Unione Sovietica c'è Mikhail Gorbaciov, la cui perestrojka si trova ad un passaggio drammatico: il 26 aprile la centrale nucleare di Chernobyl, in Ucraina, esplode causando decine di morti e un disastro ambientale di proporzioni immani. Le prime pagine dei giornali sono piene di articoli sugli sviluppi di quella notizia, quando nelle redazioni arriva il comunicato stampa più ignorato delle storia. Recita più o meno: il Cnuce, il Centro di calcolo elettronico del CNR di Pisa, è stato collegato per la prima volta alla rete Arpanet, la rete creata negli Stati Uniti per collegare i computer delle università, degli istituti di ricerca e degli enti militari. Arpanet è il papà di Internet e l'Italia è il quarto paese europeo ad essere collegato: dopo Norvegia, Regno Unito e Germania Ovest. Su questo neanche una riga si trova sui giornali dell'epoca. E non c'è un video a ricordare quel momento.*"[33] L'imprevisto e tumultuoso sviluppo della rete avviatosi agli inizi degli anni '80 non ne aveva ancora dissolto l'ambiguità di fondo, lasciando coesistere nella stessa finalità squisitamente militari con altre squisitamente scientifiche, dualismo che venne infine risolto

31 Ibidem.

32 Da *Trent'anni fa l'Italia si collegò a Internet, fece la storia*, in ANSA.it, Internet & Social, 20 aprile 2016-04-23.

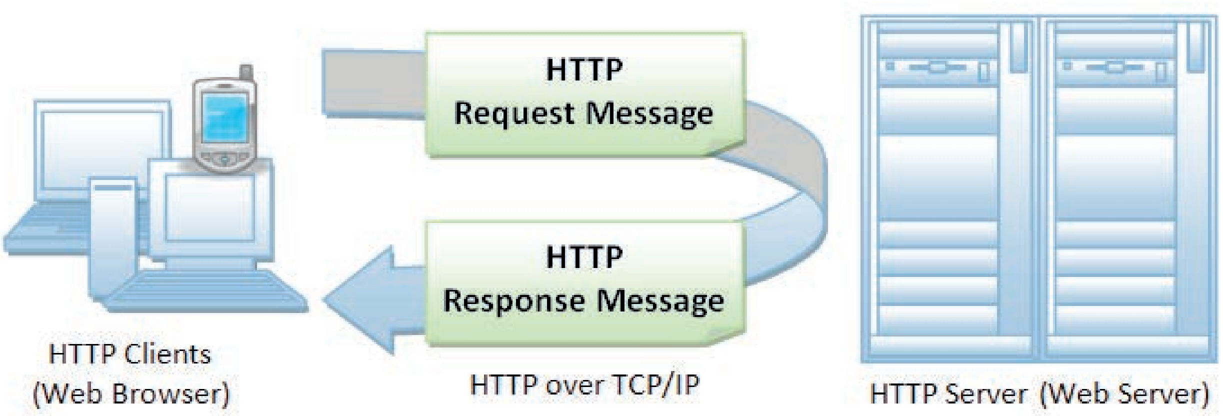
33 Dal discorso del presidente del Consiglio Matteo Renzi del 29 marzo 2016.

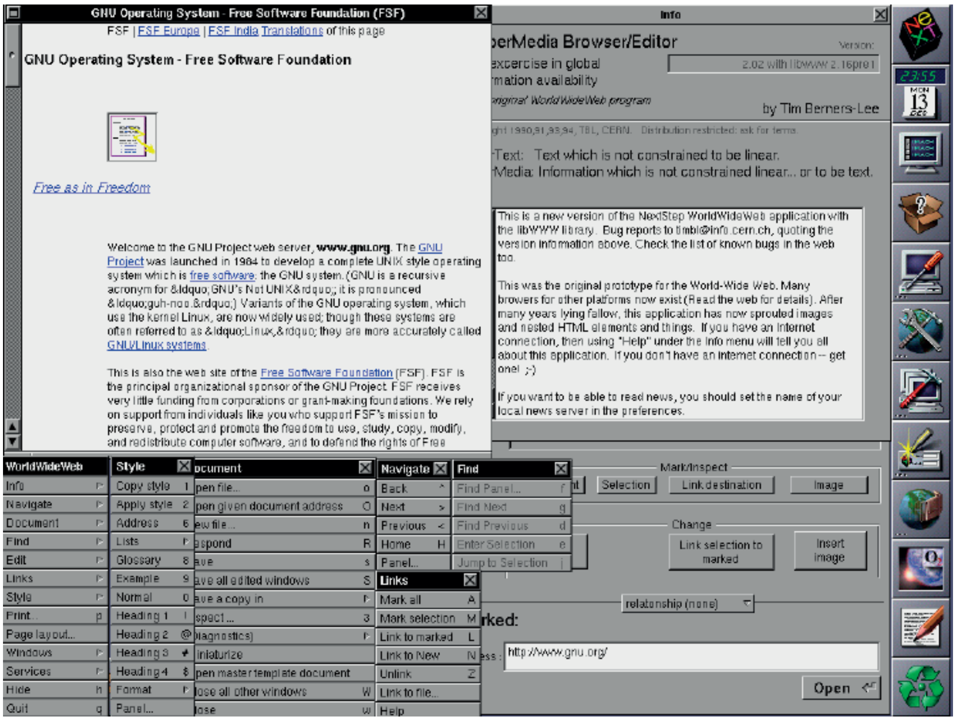


nel 1983. Si decise allora la creazione di due distinte reti, della quale la prima con sigla *Milnet*, strettamente militare, e la seconda denomina *Internet*, dal nome del protocollo principale, che fu donata alle università dall'ARPA, iniziando da quel momento un suo precipuo sviluppo dapprima presso le altre sedi americane e poi europee, allargandosi ai tanti centri di ricerca che ne fecero uno dei loro principali strumenti di lavoro. Un ulteriore significativo passo innanzi verso l'Internet attuale si ebbe all'inizio degli anni '90 quando: "le politiche di accesso a NSFnet vennero modificate per consentire l'ingresso nella rete anche per fini commerciali. La crescita del numero di utenti divenne quasi incontrollabile e, dal momento che non era possibile tenere sotto controllo anche la loro qualità, ben presto si rese necessario pensare alle misure di sicurezza da adottare sulla rete: già nel 1988 fu rilevato il primo virus, che aveva causato danni agli oltre 60.000 computer connessi."[34]

Sempre nel '91 iniziò la collaborazione "europea" alla struttura di Internet: Tim Berners Lee [1955] del CERN, Centro Europeo di Ricerca Nucleare, propose che fosse adottato un sistema in grado di consentire sulla rete la pubblicazione e la gestione di ipertesti denominato *World Wide Web*, ovvero *Ragnatela intorno al Mondo*! Nel *World Wide Web* (WWW), le risorse disponibili sono organizzate secondo un sistema di librerie, o pagine, a cui si può accedere utilizzando appositi programmi detti *web browser* con cui è possibile *navigare* visualizzando file, testi, ipertesti, suoni, immagini, animazioni, filmati. Il 30 aprile 1993 il CERN, l'istituzione europea dove nasce il *World Wide Web*, decide di renderne pubblica la tecnologia di base in modo che sia liberamente implementabile da chiunque. A questa decisione fa seguito un immediato e ampio successo del *World Wide Web* in ragione delle funzionalità offerte, della sua efficienza e, non ultima, della sua facilità di utilizzo. Ne risultò una consultazione: "così fluida da essere definita *surfing* ("navigazione" in italiano), grazie all'*Hyper Text Marking Language* (HTML), il linguaggio con cui da quel momento in avanti vennero composti i dati da consultare. Presto nacquero anche gli strumenti di consultazione e ricerca come *Veronica* (1992), che precedette i capostipiti degli attuali *browser*: il primo probabilmente fu *Mosaic* (1993) della *National Center Supercomputing Applications*, a cui seguirono *Netscape Navigator* (1994) e *Microsoft Internet Explorer* (1995). Tutte queste premesse costituirono la base di una rete caratterizzata dal

34 Da D. BONACINA, *Internet, dalle origini al terzo…*, cit.





rapido sviluppo commerciale e dall'accesso sempre più capillare (ad oggi, in Italia, si contano oltre 20 milioni di utenti, tra connessioni private e business)".[35]

Il 1995 fu una sorta di spartiacque per Internet: mentre fino ad allora era una rete utilizzata per le comunicazioni interne alla comunità scientifica ed alle istituzioni governative ed amministrative, dopo quelle aperture gli accessi alla rete dei computer dei privati si moltiplicano esponenzialmente fino a raggiungere le centinaia di milioni intorno al 2000. Ovviamente si incrementano di pari passo anche le prestazioni fornite dalla rete e si sviluppano i contenuti, mentre parallelamente cresce la velocità di trasferimento dei dati, adottando le connessioni a banda larga DSL. È interessante osservare proprio in merito ai contenuti che divengono sempre più simili a quelli degli altri mezzi di comunicazione, quali soprattutto la televisione, ovvero multimediali. Per conseguenza il traffico aumenta vistosamente attraendo nuovi utenti, connotazioni che implicano potenziamenti della rete ed inedite tecniche di compressione. E tra le utenze si diffondono sempre maggiormente quelle derivanti da apparati automatici, spesso facenti parte di elettrodomestici, che si connettono ad Internet per ricevere aggiornamenti o adeguamenti delle loro funzioni. Dal frigorifero, al televisore, all'impianto di allarme, al forno, alla macchina fotografica: ogni processore oramai è abilitato a comunicare via Internet. In tal senso dunque un'ulteriore evoluzione della Rete, propugnata da alcuni, potrebbe essere l'estensione della connettività agli oggetti taggati del mondo reale dando vita alla cosiddetta Internet delle cose.

Nella pagina a fianco: *Tim Berners Lee al CERN nel 1991 standardizza il World Wide Web che nel '93, divenendo pubblico, apre Internet al mondo grazie al linguaggio HTML.*
In alto: *lo schema di funzionamento di Internet, con una richiesta che parte da un terminale (client) e trova risposta presso un server (web server), il tutto tramite protocollo TCP/IP.*
Al centro: *una schermata del browser del sistema operativo del computer NEXT, utilizzato da Berners Lee al CERN.*

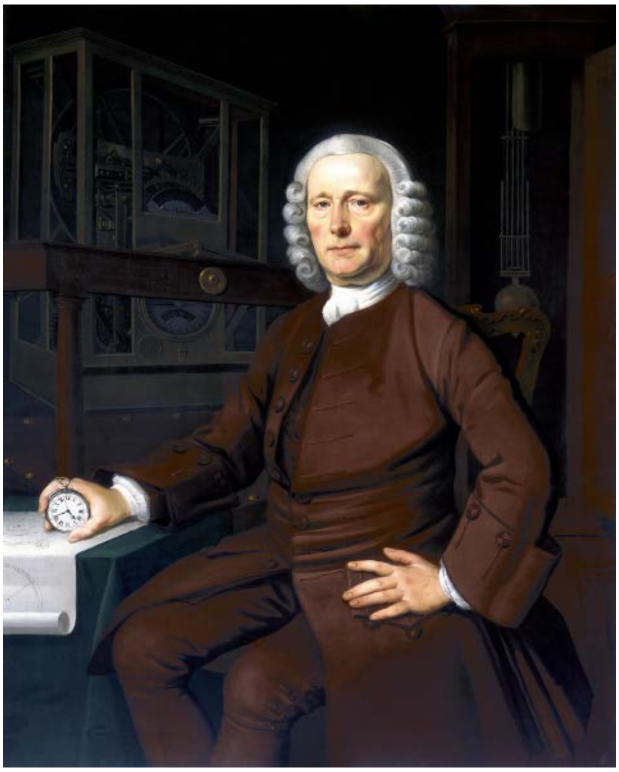
35 Ibidem.

La costellazione dei navigatori

La determinazione dei tre parametri che consentono di stabilire la propria esatta posizione sulla Terra, possono ravvisarsi, per ampia schematizzazione, nella stima dell'altezza del Sole, più nota come latitudine; nella stima della rotazione, più nota come longitudine ed infine, il terzo nella stima della pressione esercitata dall'aria, o quota. Le rispettive tecniche di misurazione, supportate dalla elaborazione di altrettanti adeguati strumenti, nell'ordine l'astrolabio, il cronometro ed il barometro, non solo non avvennero a breve intervallo fra loro, ma richiesero il progressivo maturarsi di conoscenze preliminari fisico-astronomiche via via più complesse. La fase prodromica risalente all'epoca ellenistica, fu l'imposizione all'intera superficie terrestre di una rete ideale di coordinate, ottenuta tramite cerchi paralleli, e denominati perciò Paralleli, decrescenti a partire dal massimo, definito Equatore e cerchi massimi a essi perpendicolari ciascuno dei quali passa ogni mezzogiorno dinanzi al Sole, da cui il nome di Meridiani. In base alla misurazione angolare, considerando retto l'angolo formato fra il piano passante per l'equatore e l'asse terrestre fuoriuscente dagli opposti poli, si contarono 90° gradi, ovvero 90 Paralleli nell'emisfero nord ed altrettanti in quello sud. In definitiva un sistema di coordinate sferiche in grado di stabilire, dalla corrispondenza biunivoca tra l'angolo di latitudine e quello di longitudine, la posizione di ogni punto sulla superficie terrestre.

Con un'accorta misurazione dell'altezza del Sole sull'orizzonte gli antichi seppero valutare sin dal II sec. a.C. con sufficiente precisione fra quale coppia di paralleli fossero, ricavando così una prima basilare indicazione di posizione. Pur essendo di notevole aiuto per la navigazione, quell'unica coordinata non bastava per acquisire il punto di stazione, che richiese per la sua attendibile valutazione altri 19 secoli. Per la misurazione della longitudine, infatti, sarebbe stato necessario sapere esattamente quanto tempo intercorreva tra il mezzogiorno locale e quello del sito di partenza, operazione che richiedeva, però, un efficace orologio in grado di funzionare in movimento con discreta precisione, corrispondendo un suo scarto di appena 4 minuti a ben 110 km sull'Equatore. Esigenza soddisfatta da John Harrison, 1693-1776, solo nel 1761, grazie al suo cronometro H 4, che permise finalmente di disporre della coppia di coor-

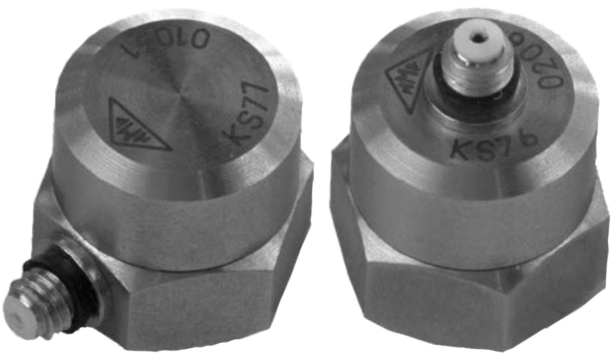
Dall'alto: *un astrolabio del XV sec.; un cronometro marino del XIX sec.; un altimetro da scalata.*



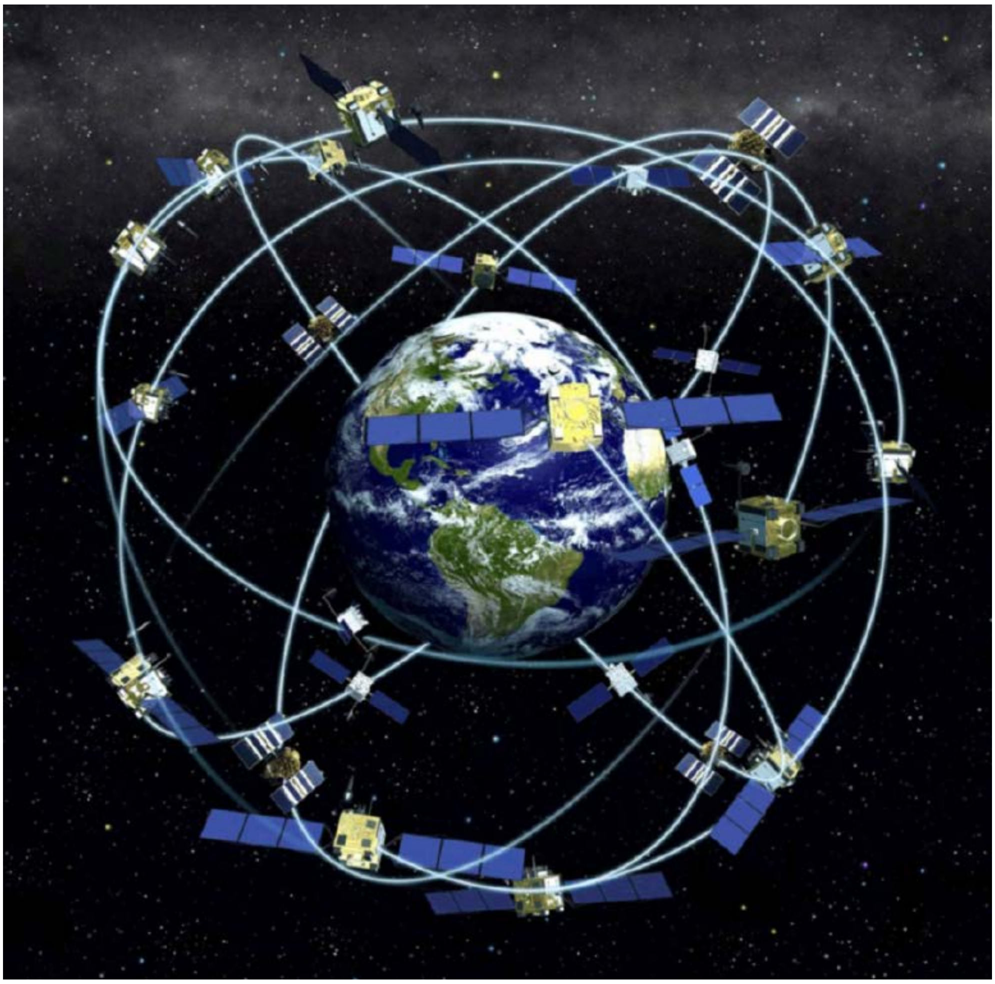
dinate necessarie per 'fare il punto'. Questo almeno fintanto l'ambiente umano non si era ancora in alcun modo sollevato da terra, o addentrato sottoterra, perché in tali evenienze sarebbero stati possibili punti aventi le medesime due coordinate sebbene distinti fra loro: un esempio è fornito dalla permanenza in una galleria, all'interno della quale latitudine e longitudine risultano uguali a quelle di un punto esterno sulla sua verticale. Situazione analoga per le miniere, manifestatasi nella pienezza delle sue peculiarità con l'avvento della navigazione subacquea ed aerea, ovvero dopo che con l'acquisizione della terza dimensione di movimento non ci si spostava in stretta aderenza alla superficie terrestre.

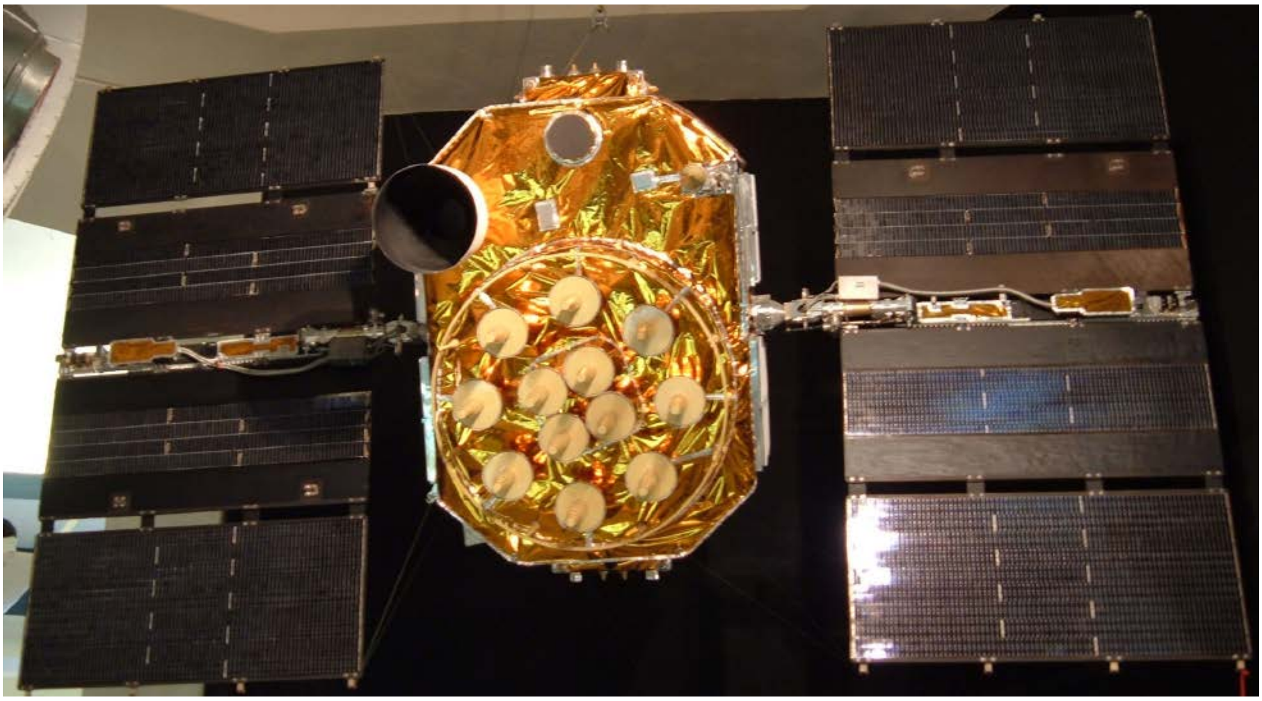
Prese così a imporsi la necessità di valutare pure la terza coordinata, quella relativa alla quota, ovvero alla altezza misurata sul livello medio del mare, posto per convenzione uguale a 0. Da quel momento ogni punto situato sulla superficie terrestre, o nelle sue immediate adiacenze più in alto o più in basso, fu identificato con tre numeri che, provenendo da tre diversi strumenti, creavano alquante difficoltà per determinazione, in particolare su mezzi in moto privi di pilota, che iniziarono ad essere impiegati sul finire della Seconda guerra mondiale.

A fianco: *ritratto di John Harrison.*
A sinistra, in basso: *il cronometro Harrison n. 5.*
Sotto: *la V-2, Vergeltungswaffe 2 (arma di rappresaglia 2) progettata da von Braun.*



La soluzione inizialmente escogita per disporre della posizione in maniera autonoma ed automatica, si basò sulle informazioni fornite da sistemi inerziali, sistemi cioè nei quali la posizione istantanea è ottenuta partendo dalla conoscenza di quella iniziale e dalla relativa velocità. Parametri che si ottengono misurando dall'interno del veicolo accelerazioni e decelerazioni, nonché cambiamenti di direzione, le prime tramite dei sensibili accelerometri, le seconde tramite precisi giroscopi, dati resi poi utilizzabili mediante l'uso di computer più o meno sofisticati. L'integrazione delle due valutazioni fornisce con discreta attendibilità la posizione, senza alcun ausilio esterno. Tuttavia l'azione di piccoli movimenti di deriva, non registrabili dagli strumenti di bordo, determinano in ogni sistema inerziale una inevitabile approssimazione, che cresce con la durata del moto e con la velocità, garantendo perciò sufficienti approssimazioni soltanto per navigazioni brevi, non molto veloci e comunque non richiedenti precisioni significative. Approssimazioni che fu subito chiaro non si prestavano alla guida dei missili intercontinentali, che dovevano colpire con assoluta precisione un'area relativamente piccola, pena l'invalidità dell'azione. Ovviamente una precisione incomparabilmente maggiore si sarebbe ottenuta valutando punti di riferimento esterni, procedura che la disponibilità dei satelliti artificiali rese concreta. E verso tale ambizioso traguardo si operò per la creazione di un Sistema di Posizionamento Globale, in inglese *Global Positioning System*, in acrononimo GPS, abbreviazione a sua volta del più dettagliato e aderente NAVSTAR GPS, ovvero *NAVigation Signal Timing And Ranging GPS*, funzionante appunto tramite una costellazione di 24 satelli-





ti artificiali appositamente messi in orbita per iniziativa del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, USDOD, a partire dal 1973.

Per la sua intuibile complessità il sistema è diventato pienamente operativo soltanto vent'anni dopo, nel 1994, sebbene già nel 1991 fosse attivato con la definizione di *Standard Positioning System* un analogo dispositivo per impiego civile, alquanto diverso dal militare denominato a sua volta *Precision Positioning System*, che già nel nome tradisce la principale differenza fra i due, basata sul sensibile scarto di precisione. Dal 2010 i satelliti sono diventati 31 disposti su sei piani orbitali inclinati di 55° gradi sul piano dell'Equatore, e ruotano su di un'orbita quasi circolare, alla distanza di oltre 26.000 km dalla superficie terrestre, impiegando per ciascun giro circa 12 ore. In base alla distribuzione ogni piano orbitale racchiude almeno 4 stelliti e grazie alla loro disposizione è sempre possibile ad un qualsiasi ricevitore raccoglierne i segnali di almeno 5. L'alimentazione dei satelliti è ottenuta mediante pannelli fotovoltaici e batterie ausiliarie per i periodi di eclissi solare.[36]

36 Per approfondimenti sulle impostazioni iniziali del sistema GPS, cfr. AA.VV., *Navigation, journal of the institute of navigation*, vol. 25, n° 2, 1978, pp. 173-258.

Nella pagina a fianco, dall'alto: *degli accelerometri; un giroscopio; una delle reti di satelliti per GPS che orbitano attorno alla Terra.*
In alto: *un satellite GPS esposto al Museo dello spazio di San Diego, in California.*

I livelli di precisione del rilevamento garantiti dal sistema GPS sono due: il primo denominato PPS, *Precision Positioning Service* ed il secondo SPS, *Standard Positioning Service*, rispettivamente per utenze militari o civili. Ciascun satellite emette su due canali: L1, l'unico disponibile al servizio SPS, e L2 per il servizio PPS. Le frequenze portanti sono di 1575,42 MHz e di 1227,6 MHz rispettivamente derivate da un unico oscillatore ad alta stabilità. Per quanto è dato di conoscere, il PPS fornirebbe approssimazioni dell'ordine dei 30 m, ma ulteriori elaborazioni dei segnali sembrano consentirne di inferiori al metro! Il sistema SPS sarebbe capace di analoghe prestazioni se non fosse per la cosiddetta 'disponibilità selettiva', ovvero un errore introdotto nella misurazione dal Ministero della Difesa degli Stati Uniti, che modifica l'accuratezza dell'orologio atomico. Il degrado dei segnali tuttavia fu sostanzialmente rimosso nel 2000 con un apposito decreto del Presidente Clinton, consentendo da quel momento approssimazioni dell'ordine di 10-20 m, fermi restando i divieti per oggetti volanti a quote superiori ai 18.000 m ed a velocità eccedenti i 515m/s, prestazioni tipiche dei missili. Negli ultimi 5-10 anni alcuni modelli di ricevitori GPS per uso civile in campo ingegneristico hanno la possibilità di usufruire del secondo canale L2 permettendo così di raggiungere un margine di precisione centimetrico. Dal punto di vista strutturale il sistema GPS consta di tre sezioni: quella spaziale, quella di controllo e quella di utilizzo, restando la prima a carico dell'USAF, che di

fatto la mantiene e la gestisce. Al presente comprende da 24 a 32 satelliti dei quali 31 pienamente operativi, più alcuni supplementari che grazie alla loro ridondanza, dalla quale deriva una sensibile disomogeneità delle dislocazioni, consentono una migliore espletazione del servizio in qualsiasi circostanza. Quanto alla sezione di controllo, consta a sua volta di una stazione di controllo principale, un'alternativa ed inoltre di varie stazioni di monitoraggio con numerose antenne specifiche. La sezione di utilizzo comprende, infine, tutti i ricevitori GPS, operanti a vario titolo e natura in ogni parte del pianeta.

Abbastanza elementare il criterio informativo al quale si rifà il GPS e, per contro, estremamente sofisticata e complessa la sua attuazione. Circa il primo va ricordato che paradossalmente adotta un'antichissima formula trigonometrica elaborata da Erone nel I sec.: quella di trilaterazione. In base ad essa qualora di un triangolo si conoscano le lunghezze dei tre lati se ne possono determinare con estrema esattezza anche i tre angoli tramite i quali è possibile calcolare la propria posizione. Stimando la distanza di tre satelliti e l'ora esatta emessa da un quarto per la sincronizzazione degli orologi si può formare un sistema di quattro equazioni, la cui soluzione fornisce il punto geografico richiesto. La valutazione della distanza tra mobile e satellite avviene misurando il tempuscolo impiegato dal segnale radio viaggiante tra i due, calcolandolo per differenza oraria. In altri termini a bordo di ogni satellite GPS esiste un orologio atomico del costo di oltre 150.000 euro di assoluta precisione, un secondo di scarto ogni 30.000 milioni di anni. Dal momento che per intuibili ragioni un analogo orologio non può montarsi in ogni ricevitore GPS, si ricorre alla sincronizzazione del secondo, di tipo elettronico-commerciale, sul primo in base ad appositi segnali radio captati ad inizio di funzionamento e a regolari intervalli. Essendo la distanza data dal tempo impiegato dal segnale alla velocità di 300.000 km/sec, velocità della onde elettromagnetiche, un eventuale scarto orario fra i due orologi, anche di un solo millesimo di secondo, porterebbe a errori di stima di 300 Km.

Esauriti i suoi calcoli il ricevitore GPS fornisce i dati di longitudine, latitudine e quota consentendo così la determinazione univoca di un punto qualsiasi sulla terra, fino all'altezza di circa 18.000 m. Collocando tramite un minuscolo elaboratore questi dati sulla cartografia memorizzata di cui il ricevitore dispone è possibile visualizzare la sua posizione relativa e nel caso di navigatori automobilistici, il percorso del veicolo e l'itinerario ottimale da seguire per raggiungere il sito di destinazione prescelto. Dal punto di vista cronologico la formazione e l'attivazione delle costellazioni di satelliti GPS così è stata denominata:

Block I: i primi 11 satelliti del sistema, in orbita tra il 1978 ed il 1985, prodotti da Rockwell International, erano in programma per una missione media di 4,5 anni ed una durata di vita di 5 anni, ma la loro vita media è salita a 8,76 anni, il più longevo restò in attività per 10 anni. Il loro compito principale era quello di convalidare il concetto di GPS. Oggi nessun satellite di questa generazione è ancora in uso;

Block II: i satelliti di questa generazione sono i primi satelliti operativi GPS. Molti miglioramenti sono stati fatti rispetto alla versione precedente, soprattutto per quanto riguarda la loro autonomia. Essi sono in grado di rimanere 14 giorni senza contatto con il segmento di terra, mantenendo una sufficiente precisione. Nove satelliti sono stati lanciati nel 1989 e nel 1990. Anche se si è preventivata una vita operativa di 7,5 anni, la maggior parte di loro rimase in funzione per oltre 10 anni. Dal 2010, non è più attivo alcun satellite Block II;

Block IIA: vennero lanciati 19 satelliti di questo tipo tra il 1990 ed il 1997 e rappresentano un ulteriore sviluppo di satelliti Block II dall'originale. Essi sono stati in grado di operare in modalità degradata per il comparto civile. Sono dotati di due orologi atomici al cesio e due orologi al rubidio. Hanno segnato, nel 1993, l'inizio della fase operativa del GPS. Nel 2014 sono ancora attivi 6 satelliti della generazione IIA;

Block IIR: i satelliti Block IIR sono dotati di maggiore autonomia, costruiti dalla Lockheed Martin e messi in orbita tra il 1997 e il 2009, possono scambiarsi messaggi senza nessun contatto con la Terra, consentendo agli operatori di sistema di comunicare con i satelliti che non sono accessibili in comunicazione diretta. Sono dotati di tre orologi atomici al rubidio. Ventuno dei satelliti di questo blocco sono stati lanciati il 17 agosto 2009 e venti sono ancora attivi. Gli ultimi otto sono nominati con l'acronimo IIR-M perché emettono un nuovo codice (L2C) per uso civile e un nuovo codice militare (M). Il satellite IIR-M7 ha portato a bordo un emettitore sperimentale in grado di trasmettere sulla frequenza di 1176,45 MHz, chiamata L5, che sarà adottata dai satelliti del Blocco F. I segnali L1 ed L2 saranno inutilizzabili a causa di interferenze tra questi segnali ed il segnale L5;

Block IIF: i satelliti del blocco IIF (*Follow-On*) sono costruiti dalla Boeing e ne sono previsti 12 esemplari. Il primo della serie è stato lanciato nel maggio 2010 ed il lancio degli altri satelliti verrà effettuato gradualmente fino al 2016.

Block III: i satelliti di questa serie sono ancora in fase di sviluppo e sono destinati a sostenere il sistema GPS almeno fino al 2030. I primi studi sono stati avviati nel novembre 2000 e, nel maggio 2008, Lockheed Martin è stata scelta per realizzare 32 satelliti. Una prima serie consiste di otto satelliti (**Block IIIA**) che saranno lanciati a partire dal 2016.

Sotto: *visione d'artista di un satellite della serie Block III in orbita.*

ALLEGATI

PROTOCOLLO DEGLI ATTI DELLA CONFERENZA DI YALTA

Nel corso della Conferenza di Yalta, che si è svolta dal 4 all'11 Febbraio tra i Capi di Governo degli Stati Uniti d'America, del Regno Unito e dell'URSS, sono state raggiunte le seguenti conclusioni:

I. ORGANIZZAZIONE DEL MONDO

È stato deciso che:

1. Il 25 Aprile 1945 verrà convocata una Conferenza delle Nazioni Unite che si svolgerà negli Stati Uniti d'America, nel corso della quale verrà discussa la proposta di un nuovo assetto mondiale.

2. Le Nazioni invitate a questa conferenza sono:

(a) Quelle che hanno aderito alle Nazioni Unite entro l'8 Febbraio 1945;

(b) Le Nazioni Associate che hanno dichiarato guerra al nemico comune entro il 1° Marzo 1945. (Con il termine Nazioni Associate si intendono le otto Nazioni Associate più la Turchia). Durante la Conferenza i delegati del Regno Unito e degli Stati Uniti d'America sosterranno la proposta di ammettere nell'Organizzazione delle Nazioni Unite due Repubbliche Socialiste Sovietiche e cioè l'Ucraina e la Russia Bianca.

3. Il Governo degli Stati Uniti, a nome e per conto delle tre Potenze, consulterà il Governo della Cina e il Governo Provvisorio Francese in merito alle decisioni prese sul nuovo assetto mondiale.

4. Il testo della convocazione da inviare a tutte le Nazioni che prenderanno parte alla Conferenza delle Nazioni Unite sarà il seguente:

Il Governo degli Stati Uniti d'America, anche a nome dei Governi di Regno Unito, URSS, Cina e del Governo Provvisorio della Repubblica Francese, invita il Governo di ________ ad inviare suoi rappresentanti alla Conferenza che si terrà il 25 Aprile 1945 a San Francisco (USA), per preparare lo Statuto di una Organizzazione Internazionale Generale che avrà il compito di mantenere la pace e la sicurezza internazionale.

I sopra nominati Governi suggeriscono di considerare quale base fondamentale di questo Statuto le proposte relative alll'istituzione di una Organizzazione Internazionale che sono state rese pubbliche lo scorso Ottobre alla Conferenza di Dumbarton Oaks e ora integrate dalle disposizioni riportate alla Sezione C del Capitolo VI.

VOTAZIONE

1. Ciascun membro del Consiglio di Sicurezza avrà diritto di voto.

2. Le decisioni del Consiglio di Sicurezza su questioni di carattere procedurale dovranno essere prese con il voto favorevole di sette membri.

3. Le decisioni del Consiglio di Sicurezza relativamente a tutte le altre questioni, saranno prese con il voto favorevole di sette membri compreso quello dei sei Membri permanenti, tenendo comunque presente che per le decisioni contemplate dal Capitolo VIII, Sezione A e dalla seconda frase del Paragrafo 1 del Capitolo VIII, Sezione C, il Membro rappresentante della Nazione coinvolta in una controversia si asterrà dal voto.

Ulteriori informazioni in merito saranno rese note successivamente.

Nel caso in cui il Governo di ________ desiderasse presentare prima dell'inizio della Conferenza osservazioni o commenti in merito alle proposte in discussione, il Governo degli Stati Uniti d'America sarà lieto di trasmettere tali commenti o osservazioni agli altri Governi partecipanti.

AMMINISTRAZIONE FIDUCIARIA TERRITORIALE

È stato concordato che le cinque Nazioni che saranno Membri permanenti del Consiglio di Sicurezza dovranno consultarsi prima della prevista Conferenza delle Nazioni Unite, per discutere la questione

dei territori soggetti ad Amministrazione Fiduciaria. L'Amministrazione Fiduciaria Territoriale riguarderà solo:

(a) Gli esistenti territori sotto l'amministrazione della Lega delle Nazioni;

(b) I territori presi al nemico in conseguenza di questa guerra;

(c) Ogni altro territorio che volontariamente chiederà di essere sottoposto ad Amministrazione Fiduciaria;

(d) Alla Conferenza delle Nazioni Unite e alle consultazioni preliminari non è prevista alcuna discussione in merito ai territori. La definizione di quelli che verranno posti sotto amministrazione fiduciaria e la relativa categoria di appartenenza tra quelle sopra elencate, sarà oggetto di accordi successivi.

II. DICHIARAZIONE SULL'EUROPA LIBERATA

È stata approvata la seguente dichiarazione:

Il Premier dell'URSS, il Primo Ministro del Regno Unito e il Presidente degli Stati Uniti d'America si sono tra loro consultati nel comune interesse dei popoli dei propri rispettivi Paesi e di quelli delle Nazioni dell'Europa liberata. Durante il temporaneo periodo di instabilità che attraverserà l'Europa liberata essi dichiarano di aver congiuntamente deciso di uniformare le politiche dei loro tre Governi al fine di dare assistenza ai popoli liberati dalla dominazione della Germania Nazista e ai popoli degli stati satellite dell'Asse Europeo al fine di risolvere con strumenti democratici i loro pressanti problemi politici ed economici.

Il ristabilimento dell'ordine in Europa e la ricostruzione della vita economica nazionale dovranno essere raggiunti attraverso processi che permettano ai popoli liberati di distruggere ogni traccia di Nazismo e Fascismo e di creare proprie istituzioni democratiche. Questo principio contenuto nella Carta Atlantica, sancisce il diritto di tutti i popoli di scegliere liberamente la forma di governo che desiderano e riafferma la necessità di ripristinare il diritto alla sovranità per quelli che ne sono stati privati con la forza.

Per creare le condizioni nelle quali i popoli liberati possano esercitare questi diritti, i tre Governi, qualora fosse necessario, offriranno assistenza per:

(a) Ristabilire la pace entro i propri rispettivi confini;

(b) Adottare misure di emergenza per sostenere le popolazioni bisognose;

(c) Istituire delle autorità di governo provvisorie largamente rappresentative di tutti i settori democratici della società civile che si impegnino, nel più breve tempo possibile e attraverso libere elezioni, a costituire dei Governi che siano espressione della volontà popolare;

(d) Agevolare lo svolgimento di libere elezioni.

I tre Governi consulteranno le altre Nazioni Unite e le autorità provvisorie o permanenti di altri Governi in Europa qualora siano in discussione problemi in cui esse siano direttamente coinvolte.

Nel momento in cui, secondo l'opinione congiunta dei tre Governi, le condizioni di uno degli Stati Europei liberati o di quelli satelliti dell'Asse Europeo imponessero di intervenire, i suddetti tre Governi si consulteranno immediatamente tra loro per stabilire le misure necessarie da adottare e adempiere così agli obblighi previsti da questa dichiarazione.

Con tale dichiarazione intendiamo riaffermare la nostra fiducia nei principi contenuti nella Carta Atlantica, il nostro impegno a rispettare quanto stabilito nella Dichiarazione delle Nazioni Unite e la nostra determinazione a costruire, in collaborazione con le Nazioni amanti della pace, un mondo in cui siano garantiti legalità, sicurezza, libertà e benessere.

Nell'ufficializzare questa dichiarazione, le tre potenze si augurano che il Governo Provvisorio della Repubblica Francese ne condivida il contenuto.

III. SMEMBRAMENTO DELLA GERMANIA

È stato concordato che l'Articolo 12(a) contenuto nei termini di resa da imporre alla Germania, sia modificato come segue:

"Il Regno Unito, gli Stati Uniti d'America e l'U.R.S.S. rappresenteranno la suprema autorità in tutta la Germania. Nell'esercitare tale Autorità essi adotteranno tutti i provvedimenti che riterranno opportuni e necessari a garantire la pace e la sicurezza, ivi compreso lo smembramento della Germania.

Lo studio per lo smembramento della Germania è stato affidato ad una Commissione composta da Mr. Anthony Eden, Mr. John Winant, e Mr. Fedor T. Gusev i quali desidererebbero che un rappresentante Francese entrasse a far parte di detta Commissione.

IV. ZONA DI OCCUPAZIONE FRANCESE E CONSIGLIO DI CONTROLLO DELLA GERMANIA

È stato concordato che la Zona della Germania che sarà occupata dall'Esercito Francese, venga assegnata alla Francia. Tale Zona sarà al di fuori delle Zone occupate dagli Inglesi e dagli Americani e la sua estensione sarà definita dagli Stati Uniti e dalla Gran Bretagna dopo consultazioni con il Governo Provvisorio Francese. È stato altresì deciso che il Governo Provvisorio Francese sia invitato a diventare membro del Consiglio Alleato di Controllo della Germania.

V. RISARCIMENTO

È stato approvato il seguente protocollo

PROTOCOLLO

Nei colloqui intercorsi tra i Capi dei tre Governi durante la Conferenza di Crimea, è emersa la questione dei risarcimenti in natura dovuti dai Tedeschi:

1. La Germania dovrà risarcire le Nazioni Alleate per i danni ad esse arrecati nel corso della guerra. I Paesi che in prima istanza riceveranno i risarcimenti saranno quelli che maggiormente hanno subito gli effetti della guerra, che hanno sofferto le più gravi perdite e che hanno contribuito alla vittoria sul nemico.

2. Il risarcimento in natura dovuto dalla Germania si potrà esigere nelle seguenti forme:

(a) Trasferimento, entro due anni dalla resa della Germania o dalla cessazione di ogni forma di resistenza organizzata, del patrimonio nazionale Tedesco dislocato sia in Germania che all'estero (impianti, macchine utensili, materiale rotabile, investimenti all'estero, quote di imprese industriali o di altra natura etc.). Questo trasferimento di proprietà Tedesche sarà portato a termine allo scopo primario di distruggere il potenziale bellico della Germania;

(b) Spedizioni con cadenza annuale di merci provenienti dalla normale produzione Tedesca per un periodo di tempo da stabilire;

(c) Utilizzo di manodopera Tedesca.

3. Al fine di elaborare un piano dettagliato, basato sui principi sopra elencati, per definire i risarcimenti dovuti dalla Germania, sarà istituita una Commissione Alleata con sede a Mosca. Tale Commissione sarà composta da tre membri in rappresentanza rispettivamente dell'URSS, degli Stati Uniti e del Regno Unito.

4. In relazione alla definizione dell'ammontare totale dei risarcimenti dovuti e alla loro distribuzione tra i Paesi che hanno subìto l'aggressione Tedesca, la delegazione Sovietica e quella Americana hanno concordato quanto segue:

"La Commissione Alleata, come base iniziale per i propri lavori, dovrà prendere in considerazione la proposta avanzata dal Governo Sovietico secondo cui l'ammontare totale dei risarcimenti dovuti relativamente ai punti (a) e (b) del precedente paragrafo 2, dovrebbe essere di 22 Miliardi di dollari, la metà dei quali da destinare all'Unione Sovietica."

La Delegazione Britannica ritiene invece che non dovrebbe essere quantificato alcun ammontare finchè la Commissione Alleata non abbia completato le proprie valutazioni sulla questione dei risarcimenti dovuti.

La proposta Sovietico-Americana viene comunque inoltrata alla Commissione come una delle proposte da prendere in esame.

VI. PRINCIPALI CRIMINALI DI GUERRA

È stato concordato che la questione relativa ai principali criminali di guerra sia oggetto di un'indagine da parte dei Ministri degli Esteri da condurre a tempo debito al termine della Conferenza.

VII. POLONIA

Nel corso della Conferenza è stata concordata la seguente dichiarazione riguardante la Polonia:

In Polonia, dopo la liberazione da parte dell'Armata Rossa, si è venuta a creare una nuova situazione che richiede l'insediamento di un Governo Provvisorio Polacco più largamente rappresentativo di quello istituito prima della liberazione dei territori orientali del Paese. L'attuale Governo Provvisorio dovrebbe quindi essere ricostituito con una più ampia rappresentanza democratica includendovi oltre ai leader politici democratici residenti nel Paese, anche quelli che sono all'estero. Il nuovo Governo sarà chiamato Governo Provvisorio di Unità Nazionale.

M. Molotov, Mr. Harriman e Sir A. Clark Kerr formeranno una Commissione che incontrerà a Mosca i membri dell'attuale Governo Provvisorio e gli altri leader politici democratici, compresi quelli residenti

all'estero, per riorganizzare l'attuale Governo secondo i criteri sopra descritti. Il Governo Provvisorio di Unità Nazionale dovrà impegnarsi ad indire al più presto libere elezioni a suffragio universale e a scrutinio segreto. Per tali elezioni tutti i Partiti democratici e anti-Nazisti avranno diritto a presentare liste di propri candidati.

Quando il Governo Provvisorio di Unità Nazionale sarà stato formato secondo i principi sopra citati, il Governo dell'URSS, che già ora mantiene relazioni diplomatiche con l'attuale Governo Polacco, il Governo del Regno Unito e il Governo degli Stati Uniti allacceranno relazioni diplomatiche con il nuovo Governo Provvisorio di Unità Nazionale, inviando propri Ambasciatori che terranno informati i rispettivi Governi sull'evoluzione della situazione politica in Polonia.

I tre Capi di Governo ritengono che la frontiera orientale della Polonia debba correre lungo la Curzon line con digressioni in alcune regioni da 5 a 8 Kilometri in favore dello Stato Polacco. Ritengono inoltre che alla Polonia sia riconosciuta la proprietà a titolo originario di parti di territorio situate a Nord e a Ovest e che il nuovo Governo Provvisorio di Unità Nazionale dovrebbe indicare a tempo debito l'estensione di dette parti di territorio. Per la delimitazione finale della frontiera occidentale si dovrà attendere la conferenza di pace.

VIII. JUGOSLAVIA

Si è deciso di raccomandare al Maresciallo Tito e al Dr. Ivan Subasitch quanto segue:

(a) Rendere immediatamente operativo l'Accordo Tito-Subasitch e formare un nuovo Governo sulla base di quello stesso Accordo;

(b) Il nuovo Governo, non appena formato, dovrebbe dichiarare:

(I) Che la partecipazione all'Assemblea Anti-Fascista del Fronte di Liberazione Nazionale (AVNOJ) sia estesa anche ai membri dell'ultima Skupstina Jugoslava non compromessi da forme di collaborazionismo con il nemico e formare così una struttura parlamentare ad interim.

(II) Che gli Atti Legislativi approvati dall'AVNOJ siano successivamente ratificati da una Assemblea Costituente.

IX. FRONTIERA ITALO-JUOGOSLAVA E ITALO-AUSTRIACA

Queste due questioni sono state sollevate dalla delegazione Britannica, ma le delegazioni Americana e Sovietica ritengono che debbano essere esaminate e discusse successivamente.

X. RELAZIONI TRA JUGOSLAVIA E BULGARIA

I Ministri degli Esteri hanno affrontato la questione del Patto di Alleanza Bulgaro-Jugoslavo. L'interrogativo che si pone è se a uno Stato ancora in regime di Armistizio possa essere consentito di sottoscrivere un Trattato con un altro Stato. Il Sig. Eden ha proposto che il Governo della Jugoslavia e quello della Bulgaria vengano informati del fatto che tale Trattato non può essere riconosciuto. Il Sig. Stettinius ha proposto invece di invitare gli ambasciatori degli Stati Uniti e della Gran Bretagna a discutere l'argomento a Mosca con il Sig. Molotov, il quale si è dichiarato d'accordo sulla proposta del Sig. Stettinius.

XI. EUROPA SUD - ORIENTALE

La delegazione Britannica chiede alle altre Delegazioni di esaminare le seguenti questioni:

(a) Commissione di Controllo in Bulgaria;

(b) Rivendicazioni Greche nei confronti della Bulgaria con particolare riferimento al risarcimento per i danni subiti;

(c) Impianti petroliferi in Romania.

XII. IRAN

I Sigg. Eden, Stettinius e Molotov hanno discusso della situazione in Iran e hanno deciso di risolvere la questione attraverso il canale diplomatico.

XIII. RIUNIONI DEI TRE MINISTRI DEGLI ESTERI

Nel corso della Conferenza si è deciso di organizzare, su base permanente e con frequenza trimestrale o quadrimestrale, riunioni consultive tra i tre Ministri degli Esteri.

Tali riunioni si terranno a rotazione nelle tre Capitali. La prima si svolgerà a Londra.

XIV. CONVENZIONE DI MONTREAUX

È stato deciso che alla prossima riunione dei Ministri degli Esteri che si terrà a Londra, verranno prese in esame le proposte che il Governo Sovietico intende presentare relativamente alla Convenzione di Montreaux. Il Governo Turco ne sarà informato al momento opportuno.

Questo protocollo è stato approvato e firmato dai tre Ministri degli Esteri l'11 Febbraio 1945.

E. R. Stettinius Jr. M. MolotovAnthony Eden

ACCORDO RIGUARDANTE IL GIAPPONE

I Capi delle tre grandi Potenze - Unione Sovietica, Stati Uniti e Gran Bretagna - hanno raggiunto un accordo in base al quale entro due o tre mesi dalla resa della Germania e dalla conseguente fine della guerra in Europa, l'Unione Sovietica entrerà in guerra contro il Giappone a fianco degli Alleati alle seguenti condizioni:

1. Mantenimento dello "status quo" nella Repubblica della Mongolia.

2. Riconoscimento dei diritti della Russia violati dal proditorio attacco Giapponese del 1904, e cioè:

(a) La parte meridionale dell'isola di Sakhalin e le isole ad essa adiacenti saranno restituite all'Unione Sovietica;

(b) Il porto commerciale di Dairen sarà internazionalizzato e i preminenti interessi dell'Unione Sovietica in questo porto saranno salvaguardati. Sarà inoltre ripristinata la concessione all'URSS di utilizzare Port Arthur come base navale;

(c) La Ferrovia Orientale Cinese e la Ferrovia della Manciuria Meridionale che garantiscono il collegamento con il porto di Dairen saranno gestite da una Compagnia Sovietico-Cinese che sarà appositamente creata. Resta comunque inteso che gli interessi dell'Unione Sovietica saranno salvaguardati e che la Cina manterrà la propria sovranità sulla Manciuria.

3. Le Isole Kurile verranno assegnate all'Unione Sovietica. L'accordo sui punti 1. e 2. richiederà il concorso del Generalissimo Chang Kai-Shek. Il Presidente degli Stati Uniti, su consiglio del Maresciallo Stalin, adotterà i provvedimenti necessari per favorire tale coinvolgimento.

I Capi delle tre Grandi Potenze sono d'accordo nel dichiarare che le sopra elencate richieste presentate dall'Unione Sovietica saranno soddisfatte, ma solo dopo la sconfitta del Giappone.

Da parte sua l'Unione Sovietica si dichiara pronta a concludere un Patto di Alleanza con il Governo Cinese al fine di assicurare alla Cina il proprio appoggio militare affinchè sia liberata dalla dominazione Giapponese.

J. Stalin F.D. Roosevelt W. S. Churchill

11 Febbraio 1945

Fonte del documento originale:

A Decade of American Foreign Policy: Basic Documents, 1941-49 Prepared at the request of the Senate Committee on Foreign Relations By the Staff of the Committee and the Department of State. Washington, DC: Government Printing Office, 1950.

PROTOCOLLO DEGLI ATTI DELLA CONFERENZA DI POTSDAM

Berlino, 17 Luglio - 2 Agosto 1945
Protocollo finale datato 1° Agosto 1945

Nel corso della Conferenza svoltasi a Berlino dal 17 Luglio al 2 Agosto 1945 tra i Capi di Governo dell'URSS, degli Stati Uniti d'America e del Regno Unito di Gran Bretagna, sono state raggiunte le seguenti conclusioni:

I. ISTITUZIONE DI UN CONSIGLIO DEI MINISTRI DEGLI ESTERI

A. Allo scopo di svolgere i lavori preliminari per la definizione delle condizioni di pace, è stato raggiunto il seguente accordo:

(1) Sarà istituito un Consiglio dei Ministri degli Esteri del Regno Unito, dell'Unione Sovietica, della Cina, della Francia e degli Stati Uniti.

(2)

(a) Il Consiglio si riunirà di norma a Londra dove avrà sede permanente il Segretariato Generale che il Consiglio stesso costituirà. Ogni Ministro degli Esteri sarà accompagnato da un sostituto di alto livello, debitamente autorizzato a partecipare in sua vece ai lavori del Consiglio, e da alcuni consiglieri.

(b) La prima riunione del Consiglio si terrà a Londra entro e non oltre il 1° Settembre 1945. Le successive riunioni potranno essere tenute di volta in volta in altre Capitali.

(3)

(a) Al Consiglio sarà assegnato il compito prioritario di redigere i Trattati di pace con Italia, Bulgaria, Romania, Ungheria e Finlandia e di proporre soluzioni relativamente alle questioni territoriali emerse dopo la fine della guerra in Europa, tenendo presente che i documenti che lo stesso Consiglio produrrà verranno successivamente sottoposti all'esame delle Nazioni Unite. Il Consiglio sarà anche incaricato di redigere le condizioni di pace che saranno imposte al Governo Tedesco quando questo sarà costituito.

(b) Il Consiglio sarà composto da Membri rappresentanti gli Stati firmatari dei termini di resa imposti agli Stati nemici. Per quanto riguarda il Trattato di pace con l'Italia, la Francia sarà considerata firmataria. Alle riunioni del Consiglio potranno essere invitati Membri di altri Stati qualora siano in discussione argomenti che riguardino specificamente tali Stati.

(c) Di volta in volta e previo accordo tra i Governi Membri, potranno essere assegnati al Consiglio anche altri incarichi.

(4)

(a) Qualora il Consiglio si trovi ad affrontare problemi riguardanti direttamente uno Stato non rappresentato nel Consiglio stesso, tale Stato verrà invitato ad inviare propri rappresentanti per partecipare allo studio e alla soluzione di quegli specifici problemi.

(b) Il Consiglio sarà libero di modificare le proprie procedure in funzione dello specifico problema in discussione. In alcuni casi potrà tenere delle riunioni preliminari prima di invitare a partecipare altri Stati coinvolti nella questione in esame, mentre in altre occasioni potrà convocare soltanto i rappresentanti dello Stato maggiormente interessato allo specifico problema.

B. È stato concordato che i Tre Governi, ciascuno per proprio conto, inviino un identico invito alla Cina e alla Francia affinché approvino questo accordo e partecipino alla costituzione del Consiglio. Il testo proposto ed approvato dell'invito è il seguente:

Consiglio dei Ministri degli Esteri;

Bozza dell'invito formale da inviare separatamente da ciascuno dei Tre Governi alla Cina e alla Francia:

"I Governi del Regno Unito, degli Stati Uniti e dell'Unione Sovietica considerano necessario iniziare al più presto i lavori per la definizione delle condizioni di pace in Europa. A tal fine essi hanno concordato che dovrebbe essere costituito un Consiglio dei Ministri degli Esteri delle Cinque Grandi Potenze con il compito di redigere i Trattati di Pace con gli Stati nemici Europei da presentare successi-

vamente alle Nazioni Unite. Il Consiglio avrà l'autorità di proporre soluzioni relative alle questioni territoriali ancora aperte in Europa e assolverà ogni altro incarico che i Governi Membri intenderanno conferirgli".

Il testo definitivo sarà il seguente:

In seguito all'accordo raggiunto con i Governi degli Stati Uniti e dell'URSS (con i Governi del Regno Unito e dell'URSS) (con i Governi del Regno Unito e degli Stati Uniti), il Governo di Sua Maestà (il Governo degli Stati Uniti) (il Governo dell'URSS) invita cordialmente il Governo della Cina (il Governo della Francia) ad approvare il testo sopra riportato e a partecipare alla costituzione del Consiglio. Il Governo di Sua Maestà, il Governo degli Stati Uniti e il Governo dell'URSS annettono particolare importanza alla partecipazione del Governo Cinese (del Governo Francese) all'iniziativa proposta e sperano di ricevere quanto prima una risposta favorevole.

C. L'istituzione del Consiglio dei Ministri degli Esteri, creato per gli specifici obbiettivi sopra citati, non pregiudicherà l'accordo raggiunto durante la Conferenza di Yalta in base al quale i Segretari di Stato agli Esteri degli Stati Uniti, dell'URSS e del Regno Unito dovranno periodicamente riunirsi.

D. Alla luce dell'Accordo sulla istituzione del Consiglio dei Ministri degli Esteri è stata riconsiderata la posizione della Commissione Consultiva Europea. È stato sottolineato con soddisfazione che la Commissione ha completato con successo i suoi lavori fornendo i suggerimenti richiesti in relazione ai termini di resa da imporre alla Germania, alla definizione delle Zone di occupazione in Germania e Austria e alla creazione di un sistema di Controllo Interalleato in questi due Paesi. Ulteriori e più dettagliati particolari relativi al coordinamento della politica Alleata per il controllo del territorio Tedesco e Austriaco saranno ora di competenza del Consiglio di Controllo a Berlino e della Commissione Alleata a Vienna. Conseguentemente a ciò si è deciso di sciogliere l'attuale Commissione Consultiva Europea.

II. PRINCIPI CHE VERRANNO ADOTTATI PER GOVERNARE LA GERMANIA DURANTE IL PERIODO DI CONTROLLO

A. PRINCIPI POLITICI

1. In conseguenza dell'Accordo sul Consiglio di Controllo, la suprema autorità verrà esercitata dalle Potenze Alleate, ciascuna nella propria Zona di Occupazione, secondo le direttive inviate dai Tre Governi ai rispettivi Comandanti in Capo delle Forze Armate degli Stati Uniti, del Regno Unito, dell'URSS e della Francia. In qualità di Membri del Consiglio, essi eserciteranno congiuntamente tale suprema autorità su tutta la Germania.

2. Vi sarà uniformità di trattamento nei confronti dell'intera popolazione Tedesca.

3. Il Consiglio di Controllo dovrà perseguire i seguenti scopi:

(3.1) Disarmare e smilitarizzare la Germania e controllare le industrie Tedesche potenzialmente in grado di produrre armamenti. A tal fine:

(a) Tutte le forze armate Tedesche di ogni genere e natura, le SS, le SA, le SD, la Gestapo e tutte le relative organizzazioni e istituzioni ivi compresi lo Stato Maggiore, il Corpo Ufficiali, i Corpi di Riservisti, le scuole militari, le associazioni dei veterani di guerra e ogni altra organizzazione militare, paramilitare o civile che contribuisca a tenere viva la tradizione militare della Germania, saranno completamente e definitivamente sciolte per prevenire il risorgere del militarismo Tedesco e del Nazismo.

(b) Tutte le armi, le munizioni, le attrezzature belliche e tutte le strutture industriali specializzate per la produzione di armamenti dovranno essere messe a disposizione degli Alleati o distrutte e dovrà inoltre essere impedita la costruzione di aerei e altri mezzi da guerra.

(3.2) Convincere il popolo Tedesco che la Germania ha subìto una completa e definitiva sconfitta militare e che esso non può eludere le proprie responsabilità per le inevitabili sofferenze che ora è costretto a sopportare in seguito alla guerra spietata scatenata dai Nazisti e alla fanatica resistenza finale da essi opposta che hanno entrambe distrutto l'economia Tedesca.

(3.3) Sciogliere e cancellare il Partito Nazional Socialista, le organizzazioni ad esso collegate ed ogni altra istituzione Nazista e impedire che possano rivivere sotto altre forme. Proibire inoltre qualsiasi tipo di propaganda Nazista e ogni manifestazione a carattere militarista.

(3.4) Gettare le basi per lo sviluppo della politica Tedesca ispirata a principi democratici e per la pacifica cooperazione della Germania in campo internazionale.

4. Tutte le leggi Naziste che hanno rappresentato le fondamenta del regime di Hitler, comprese quelle riguardanti le discriminazioni razziali, politiche e religiose, saranno abrogate. Non sarà più tollerata alcuna forma di discriminazione.

5. I criminali di guerra e coloro che hanno partecipato alla pianificazione o alla esecuzione di atrocità e crimini di guerra saranno arrestati e condotti davanti ad una Corte di Giustizia per essere processati. I Capi, i sostenitori influenti, gli alti gerarchi delle istituzioni e delle organizzazioni Naziste e tutti coloro che costituiscano un pericolo per le forze di occupazione o che possano impedire il raggiungimento degli obbiettivi prefissati, saranno arrestati e internati.

6. Tutti i membri del Partito Nazista che hanno partecipato alle attività del Partito e tutti coloro che osteggeranno il raggiungimento degli obbiettivi Alleati, saranno rimossi da ogni incarico pubblico e da ogni funzione di responsabilità nelle imprese private. Essi saranno sostituiti da persone che per le loro qualità morali e politiche siano ritenute in grado di offrire un concreto contributo allo sviluppo di istituzioni democratiche in Germania.

7. L'istruzione Tedesca sarà attentamente controllata al fine di eliminare la presenza di ogni dottrina Nazista e militarista e rendere così possibile la nascita e lo sviluppo di ideali democratici.

8. Il sistema giudiziario sarà riorganizzato secondo principi di democrazia, di giustizia e di uguaglianza dei diritti per tutti i cittadini, senza distinzione di razza, nazionalità o religione.

9. L'amministrazione della Germania sarà indirizzata verso la decentralizzazione delle strutture politiche e verso lo sviluppo di responsabilità locali:

(9.1) In tutta la Germania saranno ripristinati i Governi locali attraverso consigli elettivi e principi democratici. Ciò verrà fatto più o meno celermente compatibilmente con le prevalenti esigenze di sicurezza militare e conformemente agli scopi dell'occupazione militare.

(9.2) Tutti i Partiti politici Democratici che godono del diritto di assemblea, saranno incoraggiati a svolgere la loro attività pubblica in tutta la Germania.

(9.3) Sarà introdotto il principio della rappresentanza elettiva per l'amministrazione regionale, provinciale e dei Länder.

(9.4) Per il momento non sarà costituito alcun Governo Centrale Tedesco. Tuttavia, saranno comunque istituiti alcuni essenziali ministeri amministrativi come le finanze, i trasporti, le comunicazioni, il commercio estero e l'industria che saranno diretti dai Segretari di Stato delle Potenze vincitrici. Questi ministeri agiranno sotto la supervisione del Consiglio di Controllo della Germania.

10. Saranno ripristinate le libertà di parola, di stampa e di religione e sarà consentita la formazione di libere organizzazioni sindacali compatibilmente con le prevalenti esigenze di sicurezza militare.

B. PRINCIPI ECONOMICI

11. Per azzerare definitivamente il potenziale bellico della Germania sarà proibita la produzione di armi, munizioni, mezzi da guerra, aerei e navi di ogni tipo. La produzione metallurgica, chimica e impiantistica legata all'economia di guerra sarà drasticamente ridotta e rigidamente controllata per favorire il raggiungimento degli obbiettivi elencati al Paragrafo 15. La produzione eccedente le quantità massime consentite verrà distrutta o trasferita in altri Paesi a titolo di risarcimento, come previsto dal piano elaborato dalla Commissione Alleata per i Risarcimenti appositamente istituita.

12. L'economia Tedesca sarà al più presto decentralizzata per eliminare l'eccessiva concentrazione di potere economico attualmente rappresentato da cartelli, gruppi finanziari, consorzi ed altre strutture monopolistiche.

13. Nel riorganizzare l'economia Tedesca, sarà attribuita primaria importanza allo sviluppo dell'agricoltura e dell'industria nazionale.

14. Durante il periodo di occupazione militare, la Germania sarà considerata come un unico soggetto economico e saranno conseguentemente definite politiche comuni riguardo a:

(a) produzione mineraria ed industriale e relativa sua allocazione

(b) agricoltura, silvicoltura e pesca

(c) salari, prezzi e razionamenti

(d) importazione ed esportazione

(e) valuta e attività bancarie, fisco e dazi

(f) rimozione del potenziale industriale bellico

(g) trasporti e comunicazioni

Nell'applicazione di queste politiche verranno naturalmente prese in considerazione le varie realtà locali.

15. All'Economia Tedesca, ove si ritenga necessario, saranno imposti controlli da parte degli Alleati per:

(a) completare i programmi di disarmo industriale, di smilitarizzazione, di risarcimento, di importazione e esportazione.

(b) assicurare la fornitura di beni e servizi necessari alle forze di occupazione e ai profughi di guerra e mantenere in Germania uno standard medio di vita simile a quello degli altri Paesi Europei. (Per Paesi Europei si intendono tutte le Nazioni Europee ad eccezione del Regno Unito e dell'URSS).

(c) assicurare una equa distribuzione dei beni essenziali tra le varie Zone della Germania per garantire una economia bilanciata e ridurre conseguentemente le importazioni.

(d) controllare l'industria Tedesca ed ogni transazione internazionale economica o finanziaria, comprese le importazioni e le esportazioni, per impedire alla Germania di sviluppare il proprio potenziale bellico.

(e) controllare tutti i centri pubblici e privati di ricerca scientifica, i laboratori, le stazioni sperimentali etc., che abbiano collegamenti con le attività economiche.

16. Per imporre i controlli economici stabiliti dal Consiglio di Controllo, sarà creata una struttura amministrativa Tedesca le cui Autorità assumeranno la piena responsabilità di tali controlli e delle eventuali relative inefficienze operative. Qualsiasi controllo effettuato dall'Amministrazione Tedesca che risulti in contrasto con gli obbiettivi dell'occupazione militare, sarà proibito.

17. Saranno prontamente adottate misure atte a:

(a) ripristinare i trasporti essenziali;

(b) aumentare la produzione di carbone;

(c) incrementare al massimo la produzione agroalimentare;

(d) eseguire lavori emergenziali di riparazione delle unità abitative e dei relativi servizi essenziali.

18. Il Consiglio di Controllo adotterà adeguati provvedimenti per disporre liberamente di tutti i beni e proprietà Tedesche all'estero non ancora sotto il controllo di quei Paesi appartenenti alle Nazioni Unite che hanno partecipato alla guerra contro la Germania.

19. Anche dopo la corresponsione dei risarcimenti per i danni prodotti durante la guerra, il popolo Tedesco potrà comunque disporre di sufficienti risorse per potersi sostenere senza aiuti esterni. Nell'elaborare il bilancio economico della Germania dovranno essere assicurati ai Tedeschi i mezzi necessari per pagare le importazioni autorizzate dal Consiglio di Controllo. In prima istanza il pagamento di tali importazioni verrà effettuato utilizzando i proventi ricavati dall'esportazione di prodotti Tedeschi. In tale clausola non sono compresi i prodotti e gli impianti industriali elencati nei Paragrafi 4(a) e 4(b) della sottostante Parte III relativa all'Accordo sui Risarcimenti.

III. RISARCIMENTI DOVUTI DALLA GERMANIA

1. Le richieste di risarcimento avanzate dall'URSS saranno evase cedendo ad essa il patrimonio Tedesco che si trova attualmente all'interno della Zona occupata dall'Unione Sovietica e una quota-parte degli investimenti Tedeschi all'estero.

2. L'URSS assume l'impegno di risarcire la Polonia con parte della quota a cui ha diritto.

3. Le richieste di risarcimento avanzate dagli Stati Uniti, dal Regno Unito e da altri Paesi che ne hanno diritto, saranno evase con il trasferimento a tali Paesi del patrimonio Tedesco che si trova attualmente nelle Zone Occidentali occupate e con parte degli investimenti Tedeschi all'estero.

4. Oltre al risarcimento stabilito al paragrafo 2., l'URSS riceverà dalle Zone Occidentali occupate della Germania quanto segue:

(a) il 15% del capitale industriale Tedesco investito in macchinari ed impianti dell'industria metallurgica e chimica che non essendo necessario all'economia di pace della Germania, sarà trasferito in Unione Sovietica. In cambio l'URSS fornirà alla Germania, per un valore equivalente, prodotti alimentari, carbone, potassa caustica, zinco, legname, prodotti argillosi, prodotti petroliferi ed altri prodotti essenziali da concordare.

(b) il 10% del capitale industriale Tedesco investito in macchinari ed impianti sarà trasferito in Unione Sovietica senza comportare alcun tipo di pagamento in solido o in natura.

Il trasferimento degli impianti elencati ai punti (a) e (b) dovrà essere effettuato simultaneamente.

5. La quantità di impianti e macchinari industriali che dovranno essere trasferiti dalle Zone Occidentali a titolo di acconto sui risarcimenti dovuti dovrà essere stabilito entro e non oltre i prossimi sei mesi.

6. I trasferimenti di impianti e macchinari industriali inizierà al più presto e sarà completato entro due anni dalla quantificazione prevista al paragrafo 5. Le spedizioni dei prodotti elencati al paragrafo 4(a) inizieranno anch'esse al più presto e verranno effettuate dall'URSS in lotti concordati, entro cinque anni dalla data del presente atto. La quantità e la

tipologia del capitale industriale in impianti e macchinari non necessario all'economia di pace della Germania e pertanto disponibile a titolo di risarcimento, saranno determinate dal Consiglio di Controllo alle condizioni stabilite dalla Commissione Alleata sui Risarcimenti con la partecipazione della Francia, e saranno soggette all'approvazione del Comando della Zona da cui gli impianti e i macchinari provengono.

7. Prima di definire il totale ammontare di capitale industriale da trasferire dovranno essere organizzate delle spedizioni preliminari in modo da determinare se gli impianti e le macchine da spedire dispongono dei requisiti richiesti dall'ultimo comma del precedente paragrafo 6.

8. Il Governo Sovietico rinuncia ad ogni diritto su quote-parte delle imprese Tedesche che si trovano nelle Zone Occidentali della Germania e sugli investimenti esteri Tedeschi che si trovano in tutti i Paesi ad eccezione degli Stati specificati nel successivo paragrafo 9.

9. Il Governo del Regno Unito e il Governo degli Stati Uniti rinunciano ad ogni diritto su quote-parte delle imprese Tedesche che si trovano nella Zona Orientale della Germania e sugli investimenti esteri Tedeschi che si trovano in Bulgaria, Finlandia, Ungheria, Romania e Austria Orientale.

10. Il Governo Sovietico rinuncia ad ogni diritto sull'oro catturato in Germania dalle truppe Alleate.

IV. RIPARTIZIONE DELLA MARINA MILITARE E DELLA MARINA MERCANTILE DELLA GERMANIA

A. Per la ripartizione delle navi appartenenti alla Marina Militare Tedesca è stato concordato quanto segue:

(1) L'intera flotta navale di superficie, escluse le navi affondate e quelle catturate dalle Nazioni Alleate, ma comprese quelle in costruzione o in riparazione, sarà equamente ripartita tra URSS, Regno Unito e Stati Uniti.

(2) Per navi in costruzione o in riparazione si intendono quelle navi la cui costruzione o riparazione potrà essere completata entro un tempo compreso tra i tre e i sei mesi, a seconda del tipo di scafo. Una Commissione Tecnica nominata dalle Tre Potenze stabilirà quali navi siano da considerare in costruzione o in riparazione applicando la regola sopracitata ma a condizione che la costruzione o la riparazione sia completata entro il tempo stabilito senza aumentare il personale specializzato addetto e senza permettere la riapertura di altri cantieri navali tedeschi o di imprese ad essi collegate. Per data di completamento si intende la data in cui la nave prende il varo, ovvero la data di consegna comunicata dal cantiere navale al Governo secondo le procedure vigenti in tempo di pace.

(3) La gran parte della flotta sottomarina Tedesca sarà affondata. Non più di trenta dei restanti sommergibili saranno equamente divisi tra URSS, Regno Unito e Stati Uniti e verranno utilizzati per studi tecnici e sperimentali.

(4) Gli armamenti, le munizioni e i rifornimenti della Marina Tedesca che appartengono alle navi assegnate secondo i paragrafi (1) e (3), saranno consegnati insieme alle navi stesse, alle rispettive Potenze destinatarie.

(5) I tre Governi hanno deciso di istituire una Commissione Navale Tripartito, formata da due rappresentanti per ciascuna Potenza, con il compito di elaborare e concordare proposte relative alla destinazione di determinate navi da guerra Tedesche e di gestire i problemi che potrebbero sorgere tra i Tre Governi in merito all'applicazione dell'accordo riguardante la ripartizione della flotta Tedesca. La Commissione terrà la sua prima riunione non oltre il 15 Agosto 1945 a Berlino dove avrà la propria sede permanente. Fatto salvo il principio di reciprocità, ogni Delegazione facente parte della Commissione avrà diritto ad ispezionare navi da guerra Tedesche ovunque si trovino.

(6) I Tre Governi concordano sul fatto che il trasferimento delle navi Tedesche rispettivamente loro assegnate, comprese quelle in costruzione o in riparazione, venga completato al più presto e comunque non oltre il 15 Febbraio 1946. La Commissione presenterà rapporti bi-settimanali sul progressivo andamento delle consegne.

B. Per la ripartizione delle navi appartenenti alla Marina Mercantile Tedesca è stato concordato quanto segue:

(1) La Marina Mercantile Tedesca, ovunque le sue navi si trovino, sarà equamente divisa tra URSS, Regno Unito e Stati Uniti. La consegna delle navi ai rispettivi Paesi di destinazione inizierà subito dopo la fine della guerra contro il Giappone. La Gran Bretagna e gli Stati Uniti, fuori dalla rispettiva quota-parte di navi loro assegnate, provvederanno a rifornire di navi quegli Stati Alleati la cui Marina Mercantile ha subito gravi perdite nel corso della guerra ad eccezione della Polonia alla quale provvederà similmente l'URSS.

(2) La responsabilità della gestione della manutenzione di queste navi, durante la guerra contro il Giappone, sarà affidata al "Combined Shipping Adjustment Board" e alla "United Maritime Authority".

(3) Fino alla data di consegna delle navi prevista dopo la fine della guerra contro il Giappone, una Commissione Tripartita di esperti inventarierà tutte le navi disponibili assegnando a ciascuna un valore commerciale e ne proporrà, in base ai dati raccolti, l'equa ripartizione tra le Tre Potenze secondo quanto stabilito al paragrafo (1).

(4) Le navi costiere e quelle per la navigazione interna, essendo necessarie all'economia di pace della Germania, non faranno parte della flotta mercantile da ripartire tra le Tre Potenze.

(5) I Tre Governi hanno deciso di istituire una Commissione Navale Tripartito formata da due rappresentanti per ciascuna Potenza, con il compito di elaborare e concordare proposte relative alla destinazione di determinate navi mercantili e di gestire i problemi che potrebbero sorgere tra i Tre Governi in merito all'applicazione dell'accordo riguardante la ripartizione della flotta Tedesca. La Commissione terrà la sua prima riunione non oltre il 1° Settembre 1945 a Berlino dove avrà la propria sede permanente. Fatto salvo il principio di reciprocità, ogni Delegazione facente parte della Commissione avrà diritto ad ispezionare navi mercantili Tedesche ovunque si trovino.

V. CITTÀ DI KOENIGSBERG E ZONE ADIACENTI

È stata esaminata la proposta avanzata dal Governo Sovietico secondo cui, in attesa che il Trattato di Pace risolva definitivamente le questioni territoriali, la parte di frontiera occidentale dell'URSS che è adiacente al Mar Baltico dovrebbe svilupparsi verso Est lungo la linea che va dalla costa orientale della Baia di Danzica, a nord di Braunsberg-Goldap, fino al punto d'incontro tra le frontiere della Lituania, della Polonia e della Prussia Orientale. I partecipanti alla Conferenza, in linea di principio, non sono contrari a tale proposta che implica la cessione all'URSS della città di Koenisberg e dell'area ad essa adiacente. Il Presidente degli Stati Uniti e il Primo Ministro Britannico hanno entrambi dichiarato che appoggeranno la proposta Sovietica alla prossima conferenza di pace.

VI. CRIMINALI DI GUERRA

I Tre Governi hanno preso nota dell'andamento degli incontri che nelle ultime settimane si sono svolti a Londra tra i rappresentanti del Governo Britannico, Americano, Sovietico e Francese, per raggiungere un accordo sulle procedure e il metodo da adottare per processare i maggiori criminali di guerra i cui atti delittuosi non siano stati commessi in una specifica area geografica. I Tre Governi riaffermano la propria intenzione di condurre questi criminali sul banco degli imputati per essere processati da una Corte di Giustizia. Essi sperano che i negoziati di Londra si concludano rapidamente con un accordo in questo senso e ritengono estremamente importante che il processo inizi il più presto possibile. La lista preliminare degli imputati sarà resa pubblica prima del 1° Settembre 1945.

VII. AUSTRIA

I partecipanti alla Conferenza hanno esaminato la proposta del Governo Sovietico concernente l'estensione dell'autorità del Governo Provvisorio Austriaco su tutta l'Austria. I tre Governi si dichiarano pronti ad esaminare questa questione dopo che le forze armate Statunitensi e Britanniche saranno entrate a Vienna. È stato inoltre concordato che all'Austria non sarà imposto alcun obbligo di risarcimento per danni di guerra.

VIII. POLONIA

A. DICHIARAZIONE CONGIUNTA DEI TRE GRANDI RIGUARDANTE LA POLONIA

Abbiamo accolto con grande piacere la notizia dell'Accordo raggiunto tra i leader politici Polacchi residenti in Polonia e quelli espatriati all'estero. Questo Accordo, nel rispetto delle decisioni prese alla Conferenza di Crimea, ha reso possibile la formazione di un Governo Provvisorio di Unità Nazionale riconosciuto dalle Tre Potenze. L'apertura di relazioni diplomatiche tra i Governi Britannico e Statunitense e il Governo Provvisorio di Unità Nazionale rende di fatto nullo il riconoscimento del precedente Governo Polacco in esilio a Londra.

Il Governo Britannico e quello Americano hanno adottato i provvedimenti necessari per proteggere gli interessi di ogni tipo e natura del Governo Provvisorio di Unità Nazionale presenti all'interno dei terri-

tori che sono sotto la sua sovranità e per prevenire ogni alienazione di beni e proprietà appartenenti allo Stato Polacco. Al Governo Provvisorio di Unità Nazionale sarà concessa la facoltà di ricorrere ad ogni mezzo legale per tornare in possesso di beni e proprietà indebitamente alienate.

Le Tre Potenze sono ansiose di aiutare il Governo Provvisorio di Unità Nazionale per facilitare il ritorno in Polonia di tutti i cittadini Polacchi all'estero che desiderino tornare in patria, compresi coloro che fanno parte delle Forze Armate Polacche e della Marina Mercantile Polacca. Le Tre Potenze si aspettano altresì che ai Polacchi che torneranno in patria siano concessi gli stessi diritti di cui godono gli altri cittadini.

Le Tre Potenze prendono atto che il Governo Provvisorio di Unità Nazionale, rispettando le decisioni prese alla Conferenza di Crimea, è pronto ad indire al più presto libere elezioni a suffragio universale e a scrutinio segreto alle quali tutti i Partiti democratici e antinazisti avranno il diritto di presentare propri candidati ed è altrettanto pronto a consentire ai rappresentanti della stampa Alleata di riferire al mondo gli sviluppi della situazione politica Polacca prima e durante le elezioni.

B. FRONTIERA OCCIDENTALE DELLA POLONIA

In conformità agli accordi raggiunti alla Conferenza di Crimea riguardanti la Polonia, i Tre Capi di Governo hanno chiesto l'opinione del Governo Provvisorio di Unità Nazionale in merito all'accesso al proprio territorio che la Polonia dovrebbe avere sia da Nord che da Ovest. Il Presidente del Consiglio Nazionale Polacco e i membri del Governo Provvisorio di Unità Nazionale sono stati ricevuti alla Conferenza per esporre il proprio punto di vista in merito. I Tre Capi di Governo hanno riaffermato che per stabilire definitivamente la frontiera occidentale della Polonia si dovrà attendere il Trattato di Pace.

I Tre Capi di Governo concordano sul fatto che in attesa della decisione finale riguardante la frontiera Occidentale della Polonia, gli ex territori Tedeschi che si trovano lungo la linea che parte dal Mar Baltico, immediatamente ad Ovest di Swinamunde, e si sviluppa lungo il fiume Oder fino alla confluenza con il fiume Neisse e da qui lungo la riva occidentale dello stesso fiume Neisse fino alla frontiera Cecoslovacca, comprendendo sia la parte della Prussia Orientale che non è sotto l'amministrazione Sovietica, sia il territorio di Danzica, siano posti sotto l'amministrazione del Governo Polacco. Tali territori, di conseguenza, non faranno parte della Zona di Occupazione Sovietica.

IX. TRATTATI DI PACE E AMMISSIONE ALL'ORGANIZZAZIONE DELLE NAZIONI UNITE

I Tre Governi desiderano che l'attuale anomalia che riguarda l'Italia, la Bulgaria, la Finlandia, l'Ungheria e la Romania venga definitivamente corretta dai Trattati di Pace. Essi si auspicano che anche gli altri Governi Alleati interessati condividano questa posizione.

I Tre Governi considerano quale compito prioritario del nuovo Consiglio dei Ministri degli Esteri, l'elaborazione del Trattato di Pace con l'Italia. L'Italia è stata la prima, tra le Potenze dell'Asse, a rompere l'alleanza con la Germania e a dare un concreto contributo alla sconfitta Tedesca, unendosi ora agli Alleati nella guerra contro il Giappone.

L'Italia si è liberata dal regime Fascista e sta soddisfacentemente progredendo verso la democratizzazione delle proprie istituzioni. La conclusione di un Trattato di Pace con un governo democratico riconosciuto renderà possibile ai Tre Governi appoggiare e sostenere la candidatura dell'Italia quale nuovo membro delle Nazioni Unite.

I Tre Governi hanno incaricato il Consiglio dei Ministri degli Esteri di preparare anche i Trattati di Pace con la Bulgaria, la Finlandia, l'Ungheria e la Romania. Anche in questo caso la conclusione di un Trattato di Pace con Governi democratici e riconosciuti permetterà ai Tre Governi di sostenere la richiesta avanzata da questi Paesi per entrare a far parte dell'ONU.

Nell'immediato futuro i Tre Governi, ciascuno per proprio conto, esamineranno la possibilità di allacciare relazioni diplomatiche con Finlandia, Romania, Bulgaria e Ungheria auspicabilmente prima di concludere i Trattati di Pace con questi Paesi.

I Tre Governi non nutrono alcun dubbio sul fatto che ai rappresentanti della stampa Alleata venga concessa piena libertà di informare il mondo sugli sviluppi politici in Romania, Bulgaria, Ungheria e Finlandia.

Per quanto riguarda l'ammissione di altri Stati nell'Organizzazione delle Nazioni Unite, l'Articolo 4 dello Statuto dell'ONU stabilisce che:

1. Possono diventare Membri delle Nazioni Unite tutti gli Stati amanti della pace che accettino gli ob-

blighi del presente Statuto e che, a giudizio dell'Organizzazione, abbiano la capacità e la volontà di adempiere tali obblighi.

2. L'ammissione di uno Stato nell'Organizzazione delle Nazioni Unite viene decisa dall'Assemblea Generale su proposta del Consiglio di Sicurezza.

I Tre Governi appoggeranno e sosterranno la candidatura di tutti quegli Stati che abbiano dichiarato la propria neutralità in questa guerra e che rispondano ai requisiti richiesti.

I Tre Governi ritengono doveroso sottolineare che non vedrebbero con favore una eventuale candidatura della Spagna in quanto l'attuale Governo Spagnolo, salito al potere con il sostegno delle Potenze dell'Asse, per le sue origini, la sua natura e gli stretti rapporti avuti con gli Stati aggressori, non possiede quei requisiti tali da consentire a questo Paese di entrare a far parte dell'ONU.

X. AMMINISTRAZIONE TERRITORIALE FIDUCIARIA

I partecipanti alla Conferenza hanno esaminato la proposta presentata dall'Unione Sovietica relativa a quei territori che la Conferenza di Crimea e lo Statuto dell'ONU hanno definito "Territori ad Amministrazione Fiduciaria".

Dopo aver confrontato le varie opinioni su questa questione, si è deciso di dare priorità agli ex territori coloniali Italiani la cui situazione verrà esaminata al prossimo Consiglio dei Ministri degli Esteri del prossimo Settembre, nel corso del quale è prevista la preparazione del Trattato di Pace con l'Italia.

XI. REVISIONE DELLE PROCEDURE RELATIVE ALL'ATTIVITÀ DELLE COMMISSIONI DI CONTROLLO ALLEATE IN ROMANIA, BULGARIA, UNGHERIA

I Tre Governi hanno constatato che i Rappresentanti Sovietici in seno alle Commissioni di Controllo Alleate in Romania, Bulgaria e Ungheria hanno comunicato, ai loro colleghi Britannici ed Americani, alcune proposte tese a migliorare il lavoro delle Commissioni stesse in considerazione del fatto che le ostilità in Europa sono definitivamente cessate.

I Tre Governi concordano sul fatto che la revisione delle procedure delle Commissioni di Controllo Alleate in oggetto debba essere affrontata tenendo però in debita considerazione gli interessi dei Tre Governi, le responsabilità che essi hanno assunto presentando congiuntamente a quei Paesi i termini di armistizio, e le proposte del Governo Sovietico sull'Ungheria riportate nell'Allegato I.

XII. TRASFERIMENTO DELLE POPOLAZIONI TEDESCHE

I Tre Governi, avendo esaminato la questione in tutti i suoi aspetti, concordano sul fatto che l'evacuazione verso la Germania delle popolazioni Tedesche attualmente residenti in Polonia, Cecoslovacchia e Ungheria dovrà essere condotta ordinatamente e in modo umano.

Poichè l'afflusso in Germania di un così rilevante numero di Tedeschi incrementerà notevolmente il già pesante carico di lavoro delle Autorità di Occupazione, si è deciso di affidare la questione al Consiglio di Controllo della Germania che esaminerà il problema soprattutto dal punto di vista della equa distribuzione di queste popolazioni tra le varie Zone di Occupazione. I Tre Governi hanno conseguentemente concordato di inviare precise istruzioni in merito ai propri rappresentanti nel Consiglio di Controllo, i quali informeranno al più presto i rispettivi Governi sul numero di persone già entrate in Germania ed elaboreranno un programma di regolamentazione dei flussi di immigrazione insieme ad una stima del tempo necessario al completamento del trasferimento, tenendo naturalmente in debito conto la situazione attualmente esistente in Germania.

Il Governo cecoslovacco, il Governo provvisorio Polacco e il Consiglio di Controllo in Ungheria sono già stati informati dell'evacuazione ed hanno nel frattempo avanzato la richiesta di sospendere ulteriori espulsioni fino a quando i Tre Governi non avranno ricevuto i rapporti dai propri rappresentanti nel Consiglio di Controllo.

XIII. IMPIANTI PETROLIFERI IN ROMANIA

Nel corso della Conferenza è stato deciso di istituire due Commissioni bilaterali di esperti di cui la prima sarà composta dai delegati della Gran Bretagna e dell'Unione Sovietica e l'altra da quelli degli Stati Uniti e della stessa Unione Sovietica, allo scopo di analizzare la situazione ed esaminare i documenti. Le conclusioni raggiunte dalle due commissioni costituirà la base per la soluzione della questione emer-

sa in seguito alla decisione di rimuovere gli impianti petroliferi in Romania. Gli esperti inizieranno il loro lavoro, direttamente sul posto, entro dieci giorni.

XIV. IRAN

È stato concordato che le truppe Alleate debbono immediatamente ritirarsi da Teheran e che le fasi attraverso le quali sarà completato il ritiro dal territorio dell'Iran saranno discusse alla prossima riunione del Consiglio dei Ministri degli Esteri prevista per il prossimo mese di Settembre.

XV. ZONA INTERNAZIONALE DI TANGERI

È stata esaminata la proposta del Governo Sovietico in base alla quale sono state prese le seguenti decisioni.

I Tre Governi hanno concordato che la Zona di Tangeri, comprendente la città e il territorio limitrofo, data la sua importanza particolarmente strategica, rimarrà per il momento Zona Internazionale.

La questione di Tangeri sarà discussa nei dettagli alla riunione dei delegati del Governo Sovietico, del Governo Britannico, del Governo Americano e del Governo Francese che si terrà prossimamente a Parigi.

XVI. STRETTI DEL MAR NERO

I Tre Governi riconoscono che le conclusioni raggiunte alla Convenzione di Montreaux sono da riesaminare alla luce dell'attuale situazione. Si è pertanto concordato che la questione sarà oggetto di discussione separata tra ciascuno dei Tre Governi e il Governo Turco.

XVII. VIE DI NAVIGAZIONE INTERNE INTERNAZIONALI

Durante la Conferenza è stata presa in considerazione la proposta della Delegazione USA su questo argomento ed è stato deciso di ridiscuterla nel corso del prossimo Consiglio dei Ministri degli Esteri che si riunirà a Londra.

XVIII. CONFERENZA SUI TRASPORTI INTERNI IN EUROPA

Le Delegazioni Britannica ed Americana hanno comunicato alla Delegazione Sovietica il desiderio espresso dal Governo Britannico e dal Governo Americano di riconvenire la Conferenza sui Trasporti Interni in Europa ed hanno rivolto al Governo Sovietico l'invito a partecipare ai lavori. Il Governo Sovietico ha accettato l'invito e parteciperà alla Conferenza.

XIX. DIRETTIVE AI COMANDI MILITARI SUL CONSIGLIO DI CONTROLLO ALLEATO IN GERMANIA

I Tre Governi sono d'accordo nell'inviare una direttiva a ciascuno dei rispettivi rappresentanti presso il Consiglio di Controllo della Germania per informarli delle decisioni prese alla Conferenza poiché queste potrebbero avere ripercussioni su questioni di loro competenza.

XX. USO DELLE PROPRIETÀ ALLEATE COME "TROFEI DI GUERRA" O COME RISARCIMENTO DOVUTO DAI PAESI SATELLITE

La proposta contenuta nell'Allegato II presentata dalla Delegazione Americana è stata in linea di principio accettata, ma si è deciso che l'accordo definitivo sarà elaborato attraverso il canale diplomatico.

XXI. RIUNIONI MILITARI

Durante la Conferenza si sono svolti colloqui tra i Capi di Stato Maggiore delle Tre Potenze su questioni militari di comune interesse.

****

ALLEGATO I

Testo della lettera datata 12 Luglio 1945 e inviata dal Governo Sovietico al Governo Americano e al Governo Britannico in merito alla Commissione di Controllo Alleata (ACC) in Ungheria.

In conseguenza della modificata situazione venutasi a creare con la fine della guerra contro la Germa-

nia, il Governo Sovietico ritiene necessario che alla Commissione di Controllo Alleata (ACC) in Ungheria vengano date nuove istruzioni.

1. Fino alla conclusione del Trattato di Pace con l'Ungheria, il Presidente (o il Vice Presidente) della ACC si riunirà periodicamente con i Rappresentanti Britannici e Americani per discutere le questioni più importanti riguardanti l'attività della stessa ACC. Tali colloqui si svolgeranno ogni 10 giorni o in caso di necessità, anche più frequentemente. Le Direttive dell'ACC relative a tali importanti questioni, preventivamente approvate dai Rappresentanti Britannici e Americani, verranno trasmesse alle Autorità Ungheresi direttamente dal Presidente della stessa ACC.

2. I Rappresentanti Britannici e Americani parteciperanno alle riunioni ordinarie dei Capi Divisione della ACC convocate dal Presidente. Gli stessi Rappresentanti faranno anche parte, personalmente o attraverso propri delegati, delle commissioni miste istituite dal Presidente per affrontare questioni connesse allo svolgimento delle funzioni dell'ACC.

3. Ai Rappresentanti Americani e Britannici sarà garantita piena libertà di movimento in tutto il paese a condizione che l'ACC sia informata preventivamente sulla data e sull'itinerario del viaggio.

4. Ogni questione relativa ai permessi di entrata e di uscita da rilasciare ai membri dello staff dei Rappresentanti Americani e Britannici sarà risolta sul posto dal Presidente dell'ACC entro una settimana.

5. Il trasporto della posta in uscita e in entrata da effettuarsi per via aerea o attraverso carghi e corrieri diplomatici, sarà gestito dai rappresentanti Americani e Britannici dell'ACC secondo tempi e modalità stabiliti dall'ACC o, in casi particolari, coordinandosi con il Presidente dell'ACC.

Desideriamo inoltre aggiungere che rimarranno in vigore tutte le altre clausole dell'esistente Statuto dell'ACC in Ungheria approvato il 20 Gennaio 1945.

ALLEGATO II

USO DELLE PROPRIETÀ ALLEATE COME "TROFEI DI GUERRA" O COME RISARCIMENTO DOVUTO DAI PAESI SATELLITE

1. L'onere rappresentato dai risarcimenti o dai "trofei di guerra" non può gravare sui cittadini Alleati.

2. Capitale investito in impianti e macchinari.

Siamo contrari alla cessione a titolo di risarcimento, come "trofeo di guerra" o per qualsivoglia altra ragione, del capitale investito in impianti e macchinari di proprietà dei cittadini dei Paesi Alleati. Ciò accrescerebbe le perdite da essi subìte per la distruzione di fabbriche e per il conseguente danno arrecato alle proprie relazioni commerciali. Impadronirsi delle proprietà Alleate renderebbe impossibile ai Paesi satellite dell'Asse ottemperare ai loro obblighi, previsti dall'armistizio, di ripristinare i diritti dei cittadini appartenenti ai Paesi Alleati sulle loro proprietà. Gli Stati Uniti invitano le altre Potenze occupanti a restituire tutti gli impianti e macchinari già trasferiti e ad interrompere ogni altra rimozione. Qualora tale capitale industriale non venga o non possa essere restituito, gli Stati Uniti chiederanno ai Paesi Satellite in questione un pronto risarcimento in favore dei cittadini Americani. Tale risarcimento avrà la stessa priorità di quella attribuita al pagamento delle riparazioni di guerra.

Questo principio verrà applicato al capitale industriale appartenente interamente o preminentemente ai cittadini Americani. Nel caso di proprietà trasferite nelle quali gli interessi Americani e quelli dei Paesi Alleati non siano preminenti, gli Stati Uniti si aspettano di ricevere una pronta e adeguata compensazione.

3. Produzione Corrente

I Paesi Satellite dell'Asse dovranno immediatamente provvedere a compensare con valuta estera o con loro prodotti le perdite di capitale subìte dagli investimenti Alleati presenti nei loro territori. Tale compensazione avrà la stessa priorità di quella attribuita al pagamento delle riparazioni di guerra.

Riteniamo essenziale che i Paesi Satellite dell'Asse non concludano trattati, accordi o intese che impediscano ai cittadini Alleati l'accesso al libero mercato delle materie prime e dei prodotti dell'industria e che qualsiasi accordo esistente in questo senso venga opportunamente modificato.

Proclamazione delle Condizioni di Resa per il Giappone 26 Luglio 1945

(1) Noi, il Presidente degli Stati Uniti, il Presidente del Governo Nazionale della Repubblica della Cina e il Primo Ministro di Gran Bretagna, in rappresentanza di centinaia di milioni di nostri concittadini abbiamo deciso di offrire al Giappone l'opportunità di porre fine a questa guerra.

(2) Le valorose Forze Armate degli Stati Uniti, dell'Impero Britannico e della Cina, rinforzate dalle truppe provenienti dal teatro di guerra europeo, sono pronte a sferrare l'attacco finale al Giappone. Tale

potenza militare sostenuta da tutte le Nazioni Unite, è determinata a continuare la guerra fino a quando il Giappone non cessi di resistere.

(3) Le conseguenze della inutile ed insensata resistenza Tedesca contro la potenza dei popoli liberi del mondo rappresentano un chiaro e terribile monito per il popolo Giapponese. Le forze che ora stanno convergendo sul Giappone sono incommensurabilmente più numerose di quelle impiegate per sconfiggere i Nazisti e per devastare necessariamente il territorio e l'industria della Germania, sconvolgendo così la vita al popolo Tedesco. L'impiego dell'intera forza militare di cui disponiamo porterà inevitabilmente alla distruzione dell'esercito Giapponese e alla devastazione del Paese.

(4) Per il Giappone è giunta l'ora di decidere se vuole continuare a seguire quegli ostinati governanti militaristi la cui poco intelligente strategia ha trascinato il Giappone sulla soglia dell'annientamento o se invece vuole percorrere la via della ragione.

(5) Non ci sono alternative ai termini di resa che seguono, dai quali non è possibile deviare e la cui applicazione non tollererà ritardi di alcun genere.

(6) L'autorità e l'influenza di coloro che con l'inganno hanno spinto il popolo Giapponese verso l'utopia della conquista del mondo, dovranno essere abbattute per sempre. Fino a quando il mondo sarà guidato da un irresponsabile militarismo risulterà impossibile instaurare un nuovo ordine che sia basato sulla pace, la sicurezza e la giustizia.

(7) Fino al momento in cui tale nuovo ordine non sarà stabilito e fino a quando non ci siano convincenti prove che la potenza bellica del Giappone sia stata definitivamente distrutta, alcune aree del territorio Giapponese saranno occupate dalle Forze Alleate che avranno il compito di assicurare il raggiungimento degli obbiettivi prefissati.

(8) Saranno applicati i termini previsti dalla Dichiarazione pronunciata alla Conferenza de Il Cairo in base ai quali la sovranità Giapponese sarà limitata alle isole di Honshu, Hokkaido, Kyushu, Shikoku e ad altre isole minori che verranno successivamente indicate.

(9) Ai militari appartenenti alle Forze Armate Giapponesi, dopo essere stati disarmati, verrà concesso di tornare alle loro case e condurre una vita pacifica e prospera.

(10) Noi non intendiamo ridurre i Giapponesi in schiavitù o distruggerli come nazione, ma saremo inflessibili con tutti quei criminali di guerra che hanno compiuto atti di crudeltà nei confronti dei nostri prigionieri. Il Governo Giapponese dovrà rimuovere ogni ostacolo alla nascita e allo sviluppo di ideali democratici nella società civile del proprio Paese. Dovranno essere ripristinati i diritti fondamentali dell'uomo come la libertà di pensiero, la libertà di espressione e la libertà religiosa.

(11) Al Giappone sarà consentito mantenere le industrie necessarie a sostenere la propria economia di pace e a pagare il giusto risarcimento in natura, ma non potrà conservare l'industria bellica. Al Giappone sarà inoltre permesso di avere accesso al mercato internazionale mondiale e rifornirsi delle materie prime necessarie.

(12) Le forze Alleate di occupazione saranno ritirate dal suolo Giapponese dopo aver raggiunto questi obbiettivi e dopo che si sarà insediato un Governo che sia espressione della libera volontà del popolo Giapponese.

(13) Noi chiediamo al Governo Giapponese di proclamare la resa incondizionata di tutte le proprie Forze Armate e di fornire appropriate ed adeguate garanzie sulla buona fede con la quale compirà questo atto. L'alternativa alla resa incondizionata sarà l'immediata distruzione del Giappone.

Fonte del documento:
A Decade of American Foriegn Policy:
Basic Documents, 1941-49 Prepared at the request of the Senate Committee on Foreign Relations by the Staff of the Committe and the Department of State.
Washington, DC: Government Printing Office, 1950 © 1996
The Avalon Project
Traduzione di UGO PERSIANI

Indice degli autori

AA.VV., *Enciplopedia Generale*, De Agostini Novara 1996.
AA.VV, *La ricostruzione in Unione Sovietica*, in *La Storia*, *Dalla guerra fredda alla dissoluzione dell'URSS,* vol. 14°, Verona 2007.
AA.VV., *Navigation, journal of the institute of navigation*, vol. 25, n° 2, 1978
R. ADAMS*, Perché il NS Savannah Fail? Può lei davvero essere definito un fallimento?*, in *Atomic Energy Insights,* Estratto 2012-09-12 .
A.I.E.A., Comitato nazionale per l'energia Nucleare, *I rifiuti radioattivi*, 1978.
E. J. AITON, *Leibniz*, Milano 1991.
M. AURELIO ANTONINO, *Ricordi,* rist. BUR, seconda edizione 1983.
A. BARACCA, G. NEBBIA, *Il nucleare impossibile: perché non conviene tornare al nucleare*, Torino 2009.
F. BASSANI, *Dall'elettrodinamica alla fisica dei semiconduttori: le origini dell'età del silicio*, Scuola Normale Superiore di Pisa, 3 supplemento 1998.
V. BETTINI, *Scorie. L'irrisolto nucleare*, Torino 2006.
D. BONACINA, *Internet, dalle origini al terzo millennio*, www.dariobonacina.net/Internetstory.Pdf.
D. BONACINA, *Internet Story,* editrice S. Marco online.
B. BONGIOVANNI, *Storia della guerra fredda*, Milano 2009.
F. M. BOSCHETTO, *Radio nell'aviazione*, data imprecisata.
U. BROCCOLI, *A un passo dalla guerra ma con le calze*, in *Corriere della Sera, Gli anni della speranza 1938,* del 16.04. 2013.
L. BRUMMELL, *La storia del Bikini e la sua evoluzione negli anni,* in TOTALITA, magazine online, pubblicato il 08, 07, 2015.
V. CARTRIGHT, *Dream of Atomic-Powered Fligth,* in *Aviation History*, marzo 1995.
G. CASTRO SOTO, *La storia oscura dell'acqua nera*, in *Il nodo gordiano*, del 30 maggio 2013.
F. W. CHINNOCK, *Nagasaki: la bomba dimenticata*, trad. M. L. Bonfanti, Verona 1970.
W. CHURCILL, *La seconda guerra mondiale. Trionfo e tragedia*, Verona 1963.
R. COLON, *Flying on Nuclear, The American Effort to Built a Nuclear Powered Bomber*, in *Aviation-history.*
G. DE FEO, *I leoni della San Marco nell'assedio di Cèzembre in Normandia. Quegli irriducibili nell'isola-bunker che non volevano cedere agli Alleati*, in *Corriere della Sera* 30 maggio 2004.
D. M. DE LUCA, *Gli stupri in Germania 70 anni fa*, in *Il Post*, giornale online del 4 maggio 2015.
M. DE LANDA, *La guerra nell'era delle macchine intelligenti*, Milano 1996.
T. DEL PELO PARDI, *I cunicoli del Lazio*, p. 13, a sua volta estratta dall'opera dello stesso autore, *Bonifiche antichissime. La malaria e i cunicoli del Lazio*, Firenze 1943.
O. DI GIAMBARDINO, *L'arte della guerra in mare*, III ediz. Roma 2002.
M. DI PIERO MARTIN, A. VIOLA, *Trinity test, settant'anni fa nel New Mexico la prima esplosione di una bomba atomica*, in *L'Espresso* del 16 luglio 2015.
DIZIONARIO D'INGEGNERIA, a cura di F. Filippi, Torino 1977
K. DÖNITZ, *Memoirs, Ten Years and Twenty Days*, NY 1997.
A. EINSTEIN, L. INFELD, *L'evoluzione della fisica dai concetti iniziali alla relatività e ai quanti*, Torino 1965.

ENI Scuola*, Ambiente e territorio: energia nucleare,* 2010.
M. ERMACORA, S. TIEPOLATO, *In fuga dalla violenza. Gli stupri sovietici contro le profughe tedesche 1944-45*, pubblicazione online.
F. M. FELTRI, *Auschwitz III-Monowitz. Un lager per la IG Farben*, in *Viaggio visivo nel Novecento totalitario.*
L. FERMI, *Atomi in famiglia*, Verona 1954.
R. FIESCHI, *Dalla pietra al laser*, Roma 1981.
D. FREEMAN, *Armi e speranza*, Torino 1984.
P. FRERI, *Le meduse del cielo*, Roma 1939.
P. FRERI, *Scendono dal cielo. La storia e la pratica del salvataggio aereo. Prefazione di Italo Balbo*, Milano 1930.
P. FRERI, *Un ordigno di salvezza il paracadute,* Novara 1925.
J.F.C. FULLER, *Le battaglie decisive del mondo occidentale*, trad. R. Noviello per Stato Maggiore dell'Esercito, Ufficio Storico, Roma 1988.
J. L. GADDIS, *La guerra fredda, cinquant'anni di paura e speranza*, Milano 2008.
B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma 1985.
M.GOTA, *L'invenzione del nylon,* pubblicazione online del 9, 11.2012.
G. GRASS, *Il passo del gambero,* traduttore C. Groff, Torino 2002.
G.B. GRASSI, *Studi di uno zoologo sulla Malaria*, London 1901.
M. HOWARD, *La guerra e le armi nella storia d'Europa*, Bari 1978.
M. HUSSEY, J. SPARKES, P. ZORKOCZY-K. ATTENBOROGH, *The man-made world- Technology Foundation Course*, in *L'elaborazione Elettronica, principi del calcolo automatico*, Trento 1979.
W. JAEGER, *Aristotelis Metaphyca*, Oxford 1957.
D. R. JENKINS, T. LANDIS*,* American X-Vehicles: An Inventory-X-1 to X-50*, NASA Special Publication, Monographs* in *Aerospace History,* No. 31, giugno 2003.
Y. KAWAI, The *building of the N.S. "Mutsu"*, 1971.
G. KÖPP, *Stuprata dai russi nel 1945*, in *Blitz quotidiano* online del 5 marzo 2010.
R. LANDINI, *Un drago nelle paludi romane del 1691?*, articolo del 25, 07, 2013, del Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze (CICAP).
W. LANOUTTE, B. SILARD, *Genius in the Shadows: Una Biografia di Leo Szilard, l'uomo dietro la bomba*, University of Chicago Press, 1994.
G. W. LEIBNITZ, *Explication de l'Arithmetique Binaire*, Paris 1703.
LEONARDO DA VINCI, *Codice Atlantico*.
C. LOMBARDI, *Impianti nucleari*, Milano 2006.
M. G. LOSANO, *Scheutz: La macchina alle Differenze. Un secolo di calcolo automatico*, Milano 1974.
E. N. LUTTWAK, *Il Pentagono e l'arte della guerra*, Milano 1986.
E. N. LUTTWAK, *La grande strategia dell'Unione Sovietica*, Milano 1984.
S. LUZZI, *Salute e sanità nell'Italia repubblicana,* Roma 2004.
P. MALTESE, *La gomma del governo: come gli americani vinsero la guerra*, in rivista *Materie Plastiche ed Elastomeri*, Milano, marzo 1999.
C. MEIJER, *L'arte di restituire e Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere*, Roma 1679.
C. MEIJER, *Nuovi Ritrovamenti*, Roma 1696.
B. MIKKELSON, *The Reich Stuff*, Snopes.com, aprile 2011.
J. MILLER, *The X-Planes: X-1 to X-45,* Midland, Hinckley, 2001.
B. MILLOT, *La guerra del Pacifico*, trad. B. Oddera, Verona 1972.
F. MINI, *Fusione e fissione. Una questione di «bombe» e di «perché»* in *Esercito e Scienza,* Modena 1991.
A. MONDINI, *Storia della tecnica*, 1980 Torino.
B. MONTGOMERY, *Storia delle guerre*, Milano 1970.
A. MORI del libro di Helke Sander, *I liberatori e le liberate*, pubblicata su *Repubblica* del 21/02/1992.

L. MUREDDU, *Radio a Transistor. Classificazione, Tecnica, Restauro dei Ricevitori d'Epoca a Transistor con esperimenti*, 2007.
P. NENCINI, *il fiore degli Inferi*, Padova 2004.
H. NEUMANN, *Vom Forschungsreaktor Zum 'Atomschiff' Otto Hahn. Die Entwicklung von Kernenergie-antrieben für die Handelsmarine* in *Deutschland,* Brema 2009.
V. ORSOLINI CENCELLI, *Le Paludi Pontine attraverso i secoli*, Latina 1997.
P. G. PEROTTO, *Servomeccanismi e calcolatori numerici*, Torino 1960.
R. A. PRESTON, S. F. WISE, *Storia sociale della guerra*, Verona 1973.
A. RICHIE, *Berlino, storia di una metropoli*, Milano 2003.
ROMPIGHIACCIO ATOMICO ARKTIKA, in rivista *L'Unione Sovietica*, n°12, anno 1977.
A. ROSSI, *i Cad. Introduzione al disegno informatico per l'architettura e l'ingegneria*, Napoli 2014.
F. RUGE, *La guerra sul mare 1939-45*, Milano 1970.
D. RUSSEL SCHILLING, *Thorium-Fueled Automobile Engine Needs Refueling Once a Century*, in *Notizie.it*, ottobre 2013.
F. RUSSO, *Fiori della pietraia,* Napoli 2015.
F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994.
F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Roma 2009-2016.
S. SCHIAVI, *Pearl Harbor: il grande inganno di Franklin Delano Roosevelt*, in *STORIA*, rivista online, 2 settembre 2008.
L. SERENELLI, *Il paracadutismo nella Storia*, pubblicazione online 12 maggio 2009.
CC. SCOTT, KG. KOHLSTAEDT, KK. CHEN, *Confronto delle proprietà farmacologiche di alcune nuove sostanze analgesiche, ricerche in corso in Anestesia e Analgesia,* in AHJ, *American Heart Journal*, maggio 1948.
F. SERTURNER, *Über das Morphium, eine neue salzfähige Grundlage und die Mekonsäure, als Hauptbestandteile des Opiums*., in *Annalen der Physik* 1817.
R.SHIRABE, *La mia esperienza e danni,* 1986.
M. SIDDI, *Fuga dall'est delle popolazioni tedesche al termine del II conflitto mondiale*, in *In Storia*, n° 23, novembre 2009, pubblicazione online.
J. SINGH, *Teoria dell'informazione. Linguaggio e cibernetica*, Verona 1969.
L. SOLARI, *Guglielmo Marconi*, Bologna 2011.
A. SPEER, *Inside the Third Reich*, New York, 1971.
STORIA DELLA MARINA, diretta da G. Giorgerini, Milano 1978.
C. TALONE, *Cenni storici sulla campagna di eradicazione della malaria in Italia,* in *Clinica del Viaggiatore*, 11. 12. 2010 Cesmet.com.
THE NUCLEAR SHIP SAVANNAH DECOMMISSIONING PROJECT.
F. VERANZIO, *Machinae Novae*, Venezia 1616.
L. WHITE, *L'invenzione del paracadute*, in Tecnologia e cultura, vol. 9 n° 3 luglio1968.
L. WHITE jr, *L'utilizzazione dell'aria nel Medio Evo La tecnologia precedette la scienza nell'invenzione dell'altoforno, del mulino a vento e della pompa aspirante. Nel Medio Evo furono costruiti un aliante, una turbina a gas e fu concepito il paracadute,* in *Le Scienze* 1° novembre 1970.
K. WIEGREFE, *Lo stupro del dopoguerra: gli americani erano così male come i sovietici?,* in *Spiegel* online 2 marzo 2015.

Finito di stampare nel mese di Dicembre 2016
presso la tipografia Vulcanica S.r.l. - Nola (NA)
per conto della Rivista Militare

ISBN 978-88-99742-15-7

RIVISTA
MILITARE